

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. Г. КОРОЛЕНКА

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З ХІМІЇ



УДК 54(075.8)

Шиян Н.І. Розв'язування задач з хімії : навчальний посібник /
Н.І. Шиян. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023. 336 с.

У навчальному посібнику розроблено зміст кожного заняття, що включають завдання до семінарської частини, зразки розв'язків різних типів задач, завдання для групової й індивідуальної роботи студентів.

Навчальний посібник призначений для студентів хімічних спеціальностей закладів вищої освіти та викладачів вищої школи, учням та вчителям закладів загальної середньої освіти.

Друкується за ухвалою вченої ради
Полтавського національного педагогічного університету
імені В. Г. Короленка, протокол № 14 від 30 червня 2023 року

Рецензенти: кандидат хімічних наук В. Ю. Крикунова
кандидат педагогічних наук А. В. Криворучко

© Н.І. Шиян
© ПНПУ імені В. Г. Короленка

ЗМІСТ

ВСТУП	6
Основні позначення фізичних величин та формули для їх визначення	8
Змістовий модуль 1. Методика розв'язування задач різних типів	
1. Розв'язування задач за хімічною формулою	10
2. Задачі на встановлення хімічного елемента чи формули речовини	21
3. Задачі на приготування розчинів.	31
4. Задачі на змішування розчинів	41
5. Задачі з використанням поняття викристалізації речовин.	52
6. Задачі на знаходження маси, об'єму, масової чи об'ємної частки компонентів суміші.	61
7. Задачі на знаходження мольної частки компонентів суміші.	71
8. Задачі за термохімічними рівняннями реакцій.	81
9. Задачі на хімічну кінетику.	91
10. Задачі з використанням константи рівноваги	105
11. Задачі, за умовою яких реагенти містять домішки	117
12. Задачі на обчислення практичного виходу продукту реакції	130
13. Задачі на обчислення за хімічними рівняннями кількості, маси, об'єму речовини, якщо один із реагентів узятий у надлишку	146
14. Задачі з використанням закону об'ємних відношень газів	159
15. Розв'язування розрахункових задач на електроліз	175
16. Розв'язування задач за рівнянням реакції заміщення між металом і розчином солі	189
17. Модульний контроль	202

Змістовий модуль 2. Розв'язування задач з різних розділів неорганічної та органічної хімії

18.	Задачі з теми основні класи неорганічних сполук	203
19.	Задачі з теми періодичний закон і періодична система хімічних елементів	209
20.	Задачі з теми водень	216
21.	Задачі з теми галогени	220
22.	Задачі з теми підгрупа Оксигену	225
23.	Задачі з теми підгрупа Нітрогену	229
24.	Задачі з теми підгрупа Карбону	234
25.	Задачі з теми лужні і лужноземельні метали	239
26.	Задачі з теми метали головних підгруп	243
27.	Задачі з теми метали побічних підгруп	246
28.	Задачі з теми алкани	251
29.	Задачі з теми алкени і алкадієни	262
30.	Задачі з теми алкіни	272
31.	Задачі з теми ароматичні вуглеводні	278
32.	Задачі з теми спирти і феноли	285
33.	Задачі з теми альдегіди і кетони	298
34.	Задачі з теми карбонові кислоти	305
35.	Задачі з теми есрети	314
36.	Задачі з теми вуглеводи	320
37.	Задачі з теми нітрогеновмісні органічні сполуки	326
38.	Модульний контроль	332
39.	Рекомендована література	333
40.	Додатки	335

ВСТУП

Види навчальної діяльності студентів.

Практичні заняття включають у себе семінарську частину, групову роботу, лабораторну частину та індивідуальну роботу.

Обов'язковим видом навчальної діяльності студентів є самостійна робота, яка виконується в позааудиторний час. Завдання для самостійної роботи поділяються на інваріантні (обов'язкові) та варіативні (Варіативна складова – творчі завдання).

Форми контролю, умови рейтингової оцінки, критерії оцінювання. На практичних заняттях викладач перевіряє розуміння студентами алгоритмів розв'язання певного типу задач, у груповій роботі відбувається відпрацювання методики розв'язування нового типу задач. Індивідуальна робота: кожен студент одержує варіант з індивідуальними завданнями (максимальна кількість балів – 4). Самостійна позааудиторна робота – розв'язати 4 задачі того типу, який розглядали на занятті (максимальна кількість балів – 4).

Інваріантні завдання самостійної роботи індивідуальні для кожного студента. Номера завдань, які повинен виконати студент, визначаються за таблицею. Порядковий номер студента в списку групи відповідає № з/п у таблиці (табл. 1). Кожне обов'язкове (інваріантне) завдання самостійної роботи оцінюється максимально 1 балом і повинне бути здане індивідуально кожним студентом викладачеві.

Таблиця 1

Визначення номерів завдань самостійної роботи
(інваріантна складова)

№ за порядком	Номер завдання
1.	1, 6, 11, 16
2.	2, 7, 12, 17
3.	3, 8, 13, 18
4.	4, 9, 14, 19
5.	5, 10, 15, 20

Термін здачі завдань самостійної роботи обмежується часом написання модульної контрольної роботи, тобто, після написання контрольної роботи за певний модуль виконані завдання самостійної роботи не приймаються. Виняток установлюється лише для студентів, які з якихось поважних причин були відсутні тривалий час.

Підсумковий контроль за змістовий модуль – модульна контрольна робота (20 балів). Крім того, студент може одержати додаткові бали (максимум до 6) за участь у I та II етапах Всеукраїнської студентської олімпіади з хімії.

Підняти свій рейтинг студент може шляхом розв'язування та складання ускладнених завдань. За кожне таке завдання максимальна кількість балів – 2.

Основні позначення фізичних величин та формули для їх визначення

A_r – відносна атомна маса; M_r – відносна молекулярна маса; W – масова частка; φ – об’ємна частка; χ – мольна частка; C – молярна концентрація; m – маса речовини; $m(a)$ – маса одиничного атома або одиничної молекули в кілограмах або грамах; η – вихід продукту реакції від теоретично можливого; ρ – густина; V – об’єм; ν – кількість речовини; N – число структурних частинок (атомів, йонів або молекул) у даній речовині; N_A – стала Авогадро, яка дорівнює $6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹; M – молярна маса речовини; V_m – молярний об’єм газів; D – відносна густина газів

Фізична величина	Позначення	Формула для її визначення	Одиниці виміру
відносна атомна маса	A_r	$A_r = \frac{m(\text{атома})}{\frac{1}{12}m(^{12}\text{C})}$	
відносна молекулярна маса	M_r	$M_r = \sum A_r; M_r(\text{суміші}) = \chi_1 \cdot M_{r1} + \chi_2 \cdot M_{r2} + \dots$ $M_r(\text{спол.}) = \frac{A_r(\text{ел.}) \cdot N(\text{ел.})}{W(\text{ел.})}$	–
масова частка	W	$W = \frac{m(\text{розч.реч.})}{m(\text{р-ну})};$ $W = \frac{m(\text{чист.реч.})}{m(\text{суміші})};$ $W(\text{ел.}) = \frac{A_r(\text{ел.}) \cdot N(\text{ел.})}{M_r(\text{сполуки})}$	–
об’ємна частка	φ	$\varphi = \frac{V(\text{розч.реч.})}{V(\text{р-ну})};$	–

		$\varphi = \frac{V(\text{чист.реч.})}{V(\text{суміші})}$;	
мольна частка	χ	$\chi = \frac{\nu(\text{чист.р-ни})}{\nu(\text{суміші})}$	–
молярна концентрація	C	$C = \frac{\nu}{V}$	моль/л
густина	ρ	$\rho = \frac{m}{V}$; $\rho = \frac{M}{Vm}$	г/см ³
об'єм	V	$V = \frac{m}{\rho}$; $V = \nu \cdot Vm$	л, см ³
кількість речовини	ν	$\nu = \frac{m}{M}$; $\nu = \frac{V}{Vm}$; $\nu = \frac{N}{N_A}$	моль
число атомів або молекул у даній речовині	N	$N = \nu \cdot N_A$	–
число атомів даного елемента у молекулі (структурній частинці) даної речовини	N(ел.)	$N(\text{ел.}) = \frac{W(\text{ел.}) \cdot Mr(\text{спол.})}{Ar(\text{ел.})}$	
відносна густина одного газу за іншим	D	$D = \frac{M_1}{M_2}$; $D = \frac{\rho_1}{\rho_2}$	–
маса	m	$m = \rho \cdot V$; $m = \nu \cdot M$; $m(\text{реч.}) = W \cdot m(\text{р-ну})$	кг, г
вихід продукту реакції від теоретично можливого	η	$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$; $\eta = \frac{\nu(\text{практ.})}{\nu(\text{теорет.})}$	

Змістовий модуль 1. Методика розв'язування задач

Тема 1. Розв'язування задач за хімічною формулою.

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на знаходження елемента за відомою його масовою часткою та складу газоподібної суміші за її відносною густиною.

Семінарська частина

1. Обчислення масової частки елемента у сполуці.
2. Знаходження відносної атомної маси елемента чи формули речовини за масовою часткою елемента у сполуці.
3. Установлення складу газоподібної суміші за її відносною густиною.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Скільки молекул і атомів міститься в 11,2 л дигідрогенсульфіду за н.у.?

$$v = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}$$

$$N = v \cdot N_A = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23}$$

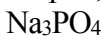
$$N(\text{H}_2\text{S}) = 3,01 \cdot 10^{23}$$

$$N(\text{H}) = 2N(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot 3,01 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$N(\text{S}) = N(\text{H}_2\text{S}) = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

$$N(\text{H}) + N(\text{S}) = 6,02 \cdot 10^{23} + 3,01 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{23} \text{ атомів}$$

Задача 2. У якій кількості натрій хлориду міститься стільки ж натрію, скільки його міститься в 5 моль натрій фосфату?



$$v(\text{Na}) = 3v(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 5 = 15 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaCl}) = v(\text{Na}) = 15 \text{ моль}$$

Задача 3. Хлорпохідне насиченого вуглеводню має відносну молекулярну масу 237. Масова частка Хлору в сполуці рівна 0,899, а масова частка Карбону рівна 0,101. Знайдіть молекулярну формулу хлорпохідного.

Розв'язок



$$v(\text{C}) = \frac{237 \cdot 0,101}{12} \approx 2; \quad v(\text{Cl}) = \frac{237 \cdot 0,899}{35,5} = 6$$



Задача 4. Органічна речовина **A** містить 41,38% С, 3,45% Н, решта – Оксиген. При нагріванні з етанолом у присутності кислоти ця речовина утворює сполуку **Б**, що містить 55,61% Карбону, 6,97% Гідрогену і Оксиген. При взаємодії з бромоводнем речовина **A** утворює продукт **В**, який при кип'ятінні у воді дає речовину **Г**, що містить 35,82% Карбону, 4,48% Гідрогену і Оксиген. 2,68 г речовини **Г** взаємодіє з 20 мл 2 М розчину їдкового калі. Виведіть структурні формули речовин **A**, **Б**, **В** і **Г**.

Розв'язок

$$\text{A: } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \quad x : y : z = \frac{41,38}{12} : \frac{3,45}{1} : \frac{55,17}{16} = 3,45 : 3,45 : 3,45 = 1 : 1 : 1$$

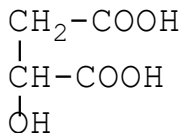
$$\text{Б: } \text{C}_a\text{H}_k\text{O}_s \quad a : k : s = \frac{55,61}{12} : \frac{6,97}{1} : \frac{37,42}{16} = 4,63 : 6,97 : 2,34 = 2 : 3 : 1$$

$$\text{Г: } \text{C}_m\text{H}_n\text{O}_g \quad m : n : g = \frac{35,82}{12} : \frac{4,48}{1} : \frac{59,7}{16} = 2,985 : 4,48 : 3,73 = 1 : 1,5 : 1,25 = 4 : 6 : 5$$

$$v(\text{KOH}) = \text{C} \cdot \text{V} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ моль}$$

$$v(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5) = \frac{m}{M} = \frac{2,68}{134} = 0,02 \text{ моль}$$

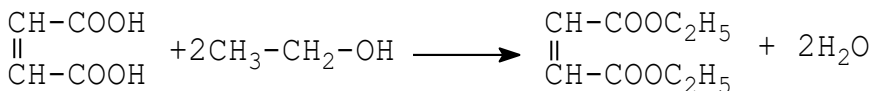
Тоді це двохосновна оксикарбонова кислота. Її формула:



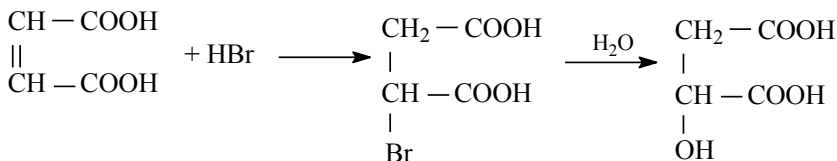
Г

Тоді речовини, згадані в умові задачі, матимуть формули: **A** – $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$; **Б** – $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_4$; **В** – $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_4\text{Br}$.

Рівняння реакцій:



Б



А

Â

Ã

Групова робота

1. Яка буде формула нітроген оксиду, у якому масова частка Нітрогену складає 46,67%?
2. Деякі елементи X і Y утворюють сполуки $\text{X}_2\text{Y}_2\text{O}_7$ ($W(\text{O}) = 38,1\%$) і X_2YO_4 ($W(\text{O}) = 32,99\%$). Визначити елементи X і Y.
3. Речовина має загальну формулу E_2MoO_4 . Масова частка невідомого елемента в цій сполуці становить 22,33%. Визначити, який це елемент.
4. Масова частка Оксигену в олеумі становить 61,12%. Визначити склад (% за масою) олеуму.
5. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому 85,7%, а відносна густина парів речовини за воднем 21. Складіть формули ізомерів цієї речовини. Яким чином один ізомер можна відрізнити від іншого?
6. При спалюванні 1,12 л органічної речовини утворилось 3,36 л вуглекислого газу (н.у.) і 2,7 г води. Відносна густина пари речовини за гелієм дорівнює 14,5. Виведіть молекулярну формулу речовини.

7. Масова частка хлору в хлориді деякого елемента становить 34,08%. Яка масова частка цього елемента в його іодиді? Напишіть формули цих сполук.
8. При взаємодії 11,5 г одновалентного металу з бромом добуто 51,5 г бромиду цього металу. Визначте метал.
9. При взаємодії 10,5 г одновалентного металу з водою добуто 16,8 л водню (н.у.). Який це метал?
10. При взаємодії 1,2 г двовалентного металу з йодом добуто 13,9 г йодиду цього металу. Визначте метал.
11. При взаємодії 2,8 л (н.у.) хлору з 4,67 г тривалентного металу добуто хлорид цього металу. Визначте метал.
12. При взаємодії водневої сполуки одновалентного металу з 100 г води одержали розчин з масовою часткою 0,0238. Визначити, сполука якого металу була взята?
13. Крапля речовини А на поверхні твердої речовини Б реагує з нею, утворюючи тверду речовину В і газ Д (проста речовина). Під час взаємодії газу Д з речовиною Б при постійній температурі й тиску утворюється тверда речовина Е, яка може реагувати з А, утворюючи В і Д. Про які речовини йдеться? Написати відповідні рівняння реакцій.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. **Умова:** Перед вами сіль одновалентного металу, на терезах відважте 74,4 г. цієї солі, нагрійте її в закритій посудині, при цьому ви повинні отримати 26,8 мл безбарвної рідини з концентрацією речовини 11,2 моль/л. Визначте формулу солі, якщо відомо, що ця сіль складається з металу, гідрогену – 25, 80%, сірки і 51,61% кисню.

Обладнання і реактиви: штатив з пробірками, газовідвідна трубка, пробіротримач, пальник, колба 250 мл., дистильована вода, розчин органічної речовини.

Індивідуальна робота

1. При взаємодії 5,55 г одновалентного металу з водою утворюється 0,8 г водню. Який це метал?
2. При взаємодії 0,3 г деякого металу з водою утворюється 0,015 г водню. Який це метал, якщо відомо, що він двоцвалентний?
3. При взаємодії 24 г двоцвалентного металу з хлоридною кислотою утворюється 1 моль водню. Який це метал?
4. При взаємодії 1,16 г одноцвалентного металу з водою утворюється 0,16 г водню. Який це метал?
5. При взаємодії 4 г двоцвалентного металу з сульфатною кислотою утворюється 0,2 г водню. Який це метал?
6. При взаємодії 4 г двоцвалентного металу з сульфатною кислотою утворюється 0,1 моль водню. Який це метал?
7. Під час взаємодії 4 г двоцвалентного металу з хлоридною кислотою виділилось 2,24 л водню (н.у.). Який це метал?
8. Під час взаємодії 9,6 г двоцвалентного металу з розбавленою сульфатною кислотою виділилось 4,48 л водню (н.у.). Який це метал?
9. Під час взаємодії одноцвалентного металу масою 0,694 г з хлоридною кислотою виділилось 2,24 л водню (н.у.). Який це метал?
10. Під час взаємодії 6 г двоцвалентного металу з розбавленою сульфатною кислотою виділилось 5,6 л водню (н.у.). Який це метал?
11. Деякі елементи X і Y утворюють сполуки XYO_4 ($W(O)=40,51\%$) і X_2YO_4 ($W(O) = 32,49\%$). Визначити елементи X і Y.
12. Вивести формулу одного з оксидів Сульфур, масова частка Сульфур в якому становить 40%, а Оксигену – 60%.

13. Мідні руди вважають багатими, якщо масова частка Міді в руді становить більше 3%, і бідними, якщо вміст Міді менше 2%. До багатих чи бідних руд можна віднести руди міді, що містять:
- а) 4% халькозиту Cu_2S ;
 - б) 5% борніту Cu_2FeS_3 ;
 - в) 4% халькопіриту CuFeS_2 ?
14. Оксид елемента має склад EO_3 . Масова частка Оксигену в цьому оксиді становить 60%. Який елемент утворює оксид?
15. Природний хлор містить два ізотопи: ^{35}Cl і ^{37}Cl . Відносна атомна маса Хлору дорівнює 35,45. Визначте мольну частку в % кожного ізотопу Хлору.
16. Елемент розташований у VI групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 40 г, реагуючи з водою утворює 49 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
17. Елемент розташований у V групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 35,5 г, реагуючи з водою утворює 49 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
18. Елемент розташований у II групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 7 г, реагуючи з водою утворює 9,25 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
19. Елемент розташований у IV групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 33 г, реагуючи з водою утворює 46,5 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
20. До складу речовини входять атоми Феруму й Сульфуру в масовому співвідношенні 7:4. Визначте формулу речовини, її молекулярну масу і масові частки елементів у речовині.
21. Елемент X, відкритий у 1817 року І.Берцеліусом, утворює два оксиди А і Б, які містять відповідно 28,83 і 37,80% Оксигену. Визначте елемент X і формули оксидів А і Б.

Напишіть можливі рівняння реакцій їхньої взаємодії з водою і назвіть продукти цих реакцій.

22. При взаємодії двох простих речовин, що знаходяться в одній групі, утворився газ А, що володіє різким запахом і має густину за повітрям 2,21. 5,6 л газу А (умови нормальні) пропустили через надлишок вапняної води, внаслідок чого утворився осад Б. Визначте масу і колір осаду Б. Наведіть рівняння реакцій.
23. Які властивості має речовина, якщо при повному згорянні 0,7 г її утворюється 0,9 г води і 2,2 г вуглекислого газу? При бромованні цієї речовини утворюється продукт, що має такий процентний склад: С – 12,77%, Н – 2,13%, Вг – 85,1%.
24. У розчині одноосновної сильної кисневмісної кислоти масою 1 г ($W(\text{к-ти})=5\%$) міститься $7,65 \cdot 10^{20}$ йонів. Вважаючи дисоціацію повною, визначте її молекулярну формулу.
25. Елемент розташований у І групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 18,8 г, реагуючи з водою утворює 22,4 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
26. При взаємодії 33,1%-ного розчину нітрату металу А масою 20 г з 3,9%-ним розчином хлориду металу Д масою 60 г при температурі 10°C одержали осад масою 5,56 г. При цьому солі прореагували між собою повністю. Визначте метали А і Д.
27. Відношення молярних мас оксиду і сульфїду невідомого металу в одному й тому ж ступеневі окислення дорівнює 0,816. Визначте, який це метал. Напишіть формули вказаних оксиду і сульфїду, а також формули аналогічних сполук в інших ступенях окислення металу, коли різниця молярних мас сульфїду й оксиду дорівнює 48.
28. Природна мідь складається з двох ізотопів, середня відносна атомна маса яких дорівнює 63,618. Визначити відносну атомну масу важчого ізотопу Купруму, якщо вміст легшого ізотопу ^{63}Cu в ній становить 69,1%.

29. Невідомий метал масою 13 г обробили надлишком розбавленого розчину нітратної кислоти. До одержаного розчину додали надлишок гарячого розчину калій гідроксиду; при цьому виділилося 1,12 л газу (н.у.). Який метал був розчинений в нітратній кислоті?
30. Вивести хімічну формулу аргентум карбонату, якщо відомо, що до його складу входить 0,7826 масових часток Аргентуму, 0,0434 масових часток Карбону та 0,174 масових часток Оксигену.
31. Дві бінарні сполуки складаються з одного і того ж елемента II групи періодичної системи та різних неметалічних елементів. Різниця молярних мас еквівалентів сполук становить 18, а відношення молярних мас їх еквівалентів – 1,95. Встановити про які речовини йдеться.
32. При прожарюванні до оксидів 2,42 г кристалогідрату купрум(II) нітрату маса речовини зменшилася на 1,62 г. Установіть формулу кристалогідрату.
33. При згорянні 6,125 г чистої органічної речовини, формула якої $M(C_6H_5)_3$, було отримано 1,98 г оксиду M_2O_3 . Напишіть реакцію горіння, обчисліть атомну масу елемента, назвіть його і перерахуйте його хімічні властивості (чий аналог, будова електронної оболонки, метал-неметал, наявність водневої сполуки і т.д.).
34. А, Б, В – прості речовини (гази), утворені хімічними елементами різних груп періодичної системи Д.І. Менделєєва. Речовина А взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Г, яка не змінює колір індикаторів. Речовина Б взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Д, яка не взаємодіє з водою, лугами, кислотами. Речовина А взаємодіє з речовиною Б і утворює речовину Е, що має різкий характерний запах і вимагає обережності в користуванні. Речовина Е добре реагує з речовиною Г. При цьому утворюється речовина Ж, яка змінює забарвлення фенолфталеїну. Визначити речовини А-Ж,

назвати ці речовини, написати рівняння реакцій, про які йдеться.

35. В двох посудинах знаходяться гази А і В. Обидва гази безбарвні. Газ А – з різким запахом, газ В – задушливий; сумарний об'єм обох газів дорівнює 6,72 л. При окисленні газу А (в присутності каталізатора) утворюється 5,4 г води і газ С, що швидко перетворюється в бурий газ D. Газ В дуже добре розчиняється в воді, його розчин – кислота. При добавлянні в цю кислоту надлишку нітрату срібла випадає 14,35 г білого осаду. При змішуванні газів А і В утворюється сіль Е, яка при нагріванні знову розпадається на гази А і В. Назвіть всі перелічені речовини. Визначте їх кількості речовини. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
36. Газ А горить в кисні з утворенням безбарвного газу Б і пари води. Газ Б здатний взаємодіяти при кімнатній температурі з металічним літєм з утворенням твердої речовини В, що містить, 60% літію за масою. При взаємодії речовини В з водою виділяється газ А і утворюється розчин речовини Г, що змінює забарвлення фенолфталеїну. Визначте речовини А, Б, В, Г. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
37. До насиченого розчину солі жовтого кольору, що забарвлює полум'я у фіолетовий колір, обережно підлили концентровану сірчану кислоту. Колір розчину змінився на оранжевий, а при подальшому додаванні кислоти випав осад яскраво-червоного кольору. Кристали відфільтрували, висушили на повітрі, а потім за допомогою піпетки до них долили спирт, який загорівся. В результаті реакції утворився порошок зеленого кольору. Визначте склад початкової солі і продуктів всіх реакцій. Напишіть рівняння реакцій. Розставте коефіцієнти. Назвіть сполуки.
38. При згорянні 6,125 г чисті органічні речовини формули $M(C_6H_5)_3$ було отримано 1,98 г оксиду M_2O_3 . Напишіть реакцію горіння, обчисліть атомну масу елемента, назвіть його і перерахуйте його хімічні властивості (чий аналог,

будова електронної оболонки, метал-неметал, наявність водневого зв'язку і т.д.).

39. У 2-х посудинах знаходяться гази А і В. Обидва гази безбарвні. Газ А – з різким запахом, газ В – задушливий; сумарний об'єм обох газів рівний 6.72 л. При окисненні газу А (у присутності каталізатора), утворюються 5.4 г води і газ З, який швидко перетворюється на бурий газ D. Газ В дуже добре розчинний у воді, його розчин – кислота. При додаванні в цю кислоту надлишку нітрату срібла випадає 14.35 г осаду білого кольору. При змішуванні газів А і В утворюється сіль Е, яка при нагріванні знову розпадається на гази А і В. Назвіть всі перераховані речовини. Визначте їх кількість. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Необачний учень, захопившись хімічним експериментом, проробив наступні операції:
 - змішав 25 г 18%-го і 50 г 37,5%-го розчинів купрум сульфату;
 - додав до одержаного розчину мідний купорос масою 15 г;
 - випарив одержаний розчин, при цьому втрата маси склала 10%.Чи можна одержаним розчином масою 20 г осадити всі йони барію, що містяться в 100 г 10%-го розчину барій хлориду?
2. З розчинів сульфатної кислоти, густина якої при 20°C дорівнює 1,348 і 1,779 г/см³ потрібно приготувати 440 г розчину кислоти, густина якої при тій же температурі 1,553 г/см³. Скільки грамів потрібно кожної з вихідних кислот?
3. Змішали 300 мл 0,05 н. розчину гідроксиду лужного металу з 200 мл 0,1 М розчину гідроксиду калію. Обчислити концентрацію гідроксид-іонів у добутому розчині.

4. В розчині натрій гідроксиду масою 800 г з масовою часткою NaOH 10% 1,8 моль їдкого натру становлять йони. Обчисліть ступінь дисоціації електроліту.
5. Обчисліть масу калій гідроксиду в 1 мл розчину, якщо концентрація гідроксид-іонів в цьому розчині становить 2 моль/л, а ступінь дисоціації лугу дорівнює 96%.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 2. Задачі на встановлення хімічного елемента чи формули речовини.

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на знаходження молекулярної формули сполуки за масою, об'ємом та кількістю речовин – продуктів згоряння з хімії, які передбачені шкільною програмою, так і задачі хімічних олімпіад.

Семінарська частина

1. Масова частка елемента в сполуці.
2. Знаходження молярної маси за масовою часткою елемента в сполуці.
3. Знаходження формули сполуки за продуктами її згоряння.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Речовина має загальну формулу E_2CrO_4 . Масова частка невідомого елемента в цій сполуці становить 40,206%. Визначити, який це елемент.

Розв'язок

Визначимо масову частку CrO_4 у сполуці:

$$W(CrO_4) = 100\% - 40,206\% = 59,794\%$$

Виходячи з формули

$$W(CrO_4) = \frac{Mr(CrO_4)}{Mr(E_2CrO_4)}, \text{ знайдемо молярну масу сполуки } E_2CrO_4.$$

$$Mr(E_2CrO_4) = \frac{Mr(CrO_4)}{W(CrO_4)}; Mr(E_2CrO_4) = \frac{116}{0,59794} \approx 194$$

$$Ar(E) = \frac{194 - 116}{2} = 39$$

Невідомий елемент – калій.

Задача 2. Доведіть, що існують сполуки з загальною формулою EH_x , які містять 12,5% Гідрогену за масою.

Розв'язок

$$W(H) = \frac{Ar(H) \cdot N(H)}{Mr(EHx)}$$

$$0,125 = \frac{x}{Ar(E) + x}$$

$$Ar(E) = 7x$$

x	1	2	3	4
Ar	7	14	21	28
E	Li	N	-	Si
EHx	LiH	N ₂ H ₄		SiH ₄

Задача 3. Деякі галуни (кристалогідрат загальною формулою $A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) містять 51,76% Оксигену і 4,53% Гідрогену. Визначте їх формулу.

Розв'язок

Знаючи кількість атомів Оксигену, що входять до складу кристалогідрату, визначимо його молярну масу.

$$W(O) = \frac{Ar(O) \cdot N(O)}{Mr(A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O)};$$

$$Mr(A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = \frac{Ar(O) \cdot N(O)}{W(O)}$$

$$Mr(A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = \frac{16 \cdot 20}{0,5176} = 618$$

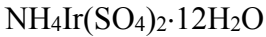
Молярну масу кристалогідрату можна визначити і через Гідроген:

$$Mr(A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = \frac{1 \cdot 24}{0,0453} = 530$$

Різні значення відносної молекулярної маси невідомого кристалогідрату свідчать, що до складу катіона може входити Гідроген, тобто, катіон амонію. Тоді:

$$Ar(B) = Mr(A^{1+}B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) - Mr(NH_4^+) - 2Mr(SO_4) - 12Mr(H_2O)$$

$$Ar(B) = 618 - 18 - 192 - 12 \cdot 18 = 192 \text{ (Ir)}$$



Задача 4. Хімічний елемент **X** широко застосовується в металургії, літакобудуванні та інших галузях промисловості. Найважливіші руди цього елемента містять його вищий солетворний оксид. Хлорид, у якому елемент проявляє валентність відповідно до його місця в періодичній системі, містить 74,74% хлору. Який це елемент?

Розв'язок

Нехай формула хлориду невідомого елемента ECl_x , де x – валентність елемента.

Виходячи з формули визначення масової частки елемента в сполуці

$$W(Cl) = \frac{Ar(Cl) \cdot N(Cl)}{Mr(ECl_x)}, \text{ знайдемо відносну молекулярну}$$

масу хлориду невідомого елемента:

$$Mr(ECl_x) = \frac{Ar(Cl) \cdot N(Cl)}{W(Cl)} \quad Mr(ECl_x) = \frac{35,5x}{0,7474} = 47,5x$$

$$Ar(E) = 47,5x - 35,5x = 12x$$

Оскільки x – валентність невідомого елемента, то вона може бути від 1 до 7:

x	1	2	3	4	5	6	7
$Ar(E)$	12	24	36	48	60	72	84
E	C	Mg	–	Ti	–	–	–

Оскільки Карбон не буває одновалентним, то можливі два варіанти розв'язку: Mg ($MgCl_2$) і Ti ($TiCl_4$).

Групова робота

1. Масові частки Сульфуру і Флуору в сполуці відповідно становлять 25,2 і 74,8%. У газоподібному стані ця сполука

- об'ємом 112 мл має таку ж масу, як $2,83 \cdot 10^{22}$ атомів Алюмінію. Визначити молекулярну формулу сполуки.
- При спалюванні 0,28 г вуглеводню утворились карбон(IV) оксид та вода кількістю речовини по 0,02 моль кожна. Виведіть формулу сполуки, якщо відомо, що 0,1 г її за нормальних умов займають об'єм 80 мл.
 - Кількість речовини кисню, необхідного для спалювання 1 моль етиленового вуглеводню, більша від кількості речовини вуглекислого газу, що є продуктом цієї реакції, на 1,5 моль. Установіть формулу сполуки.
 - Вищий оксид елемента має загальну формулу EO_2 . Відносна молекулярна маса цього оксиду становить 60. Назвіть хімічний елемент.
 - Деякий елемент утворює гідрид EH_3 , масова частка водню в якому дорівнює 1,245%. Який це елемент?
 - Густина за повітрям газу А, молекули якого складаються з атомів Гідрогену та атомів елемента Х, дорівнює 4,41. Визначте елемент Х та густину газу А за воднем.
 - Визначте формулу речовини, до складу якої входять Гідрогену та Сульфур. Відносна густина парів речовини за киснем 1,0625.
 - Обчислити відносну молекулярну масу невідомого газу, якщо густина його 2,857 г/л. Запропонуйте формулу цього газу.
 - Кристалогідрат барій хлориду містить 14,8% кристалізаційної води. Визначте формулу цього кристалогідрату.
 - При дії надлишку хлоридної кислоти на 8,24 г суміші манган(IV) оксиду з невідомим оксидом EO_2 , який не реагує з хлоридною кислотою, одержано 1,344 л газу (н.у.). В ході другого дослідів встановлено, що мольне відношення манган(IV) оксиду до невідомого оксиду дорівнює 3:1. Установіть формулу невідомого оксиду і обчисліть його масову частку в суміші.

11. Визначити формулу газоподібної сполуки, яка містить 61,745% вольфраму і 38,255% фтору, якщо її густина за воднем становить 149.
12. Суміш 5 мл газоподібного вуглеводню з 12 мл кисню помістили в евдіометр і зірвали. Після приведення умов до початкових об'єм газової суміші займав 7 мл, а після пропускання її через розчин лугу зменшився до 2 мл, причому газ, що залишився, підтримував горіння. Визначте формулу вуглеводню.
13. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $5s^1$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. **Умова:** Зважте 13,8 г органічної речовини, зразок цієї речовини спалить. При цьому ви повинні одержати карбон(IV) оксид об'ємом 23,52 л (нормальні умови) та воду масою 10,8 г. Визначте формулу органічної речовини, враховуючи, що вона ароматична і відомо що її відносна густина пари за воднем 46.

Обладнання і реактиви: штатив з пробірками, газовідвідна трубка, пробіркотримач, пальник, колба 250 мл., дистильована вода, розчин органічної речовини.

Індивідуальна робота

1. Під час обробки первинного насиченого одноатомного спирту натрієм виділилося 6,72 л газу (н.у.). При дегідратації тієї самої маси спирту утворився алкен масою 33,6 г. Установити формулу спирту.

2. Елемент розташований у III групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 12,76 г взаємодіє з хлоридною кислотою, утворює 33,4 г хлориду. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
3. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 15, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
4. При взаємодії невідомого насиченого трьохатомного спирту масою 21,2 г з надлишком металічного натрію виділилося 6,72 л (н.у.) водню. Визначити молекулярну формулу спирту. Записати структурні формули всіх його ізомерів, знаючи, що сполуки, у яких дві гідроксогрупи стоять біля одного атома Карбону не стійкі й тому практично не існують.
5. При взаємодії 16 мл насиченого одноатомного спирту ($\rho=0,8$ г/мл) з натрієм виділився водень у кількості, достатній для повного гідрування 1,558 л ацетилену (н.у.). Визначити формулу спирту.
6. Елемент розташований у IV групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 10 г сплавляли з натрій гідроксидом, одержавши 20,3 г солі. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
7. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 7, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
8. Відносна густина пари естеру за гелієм дорівнює 22. При спалюванні всієї одержаної в результаті гідролізу естеру кислоти утворюється в 3 рази більше вуглекислого газу, ніж при спалюванні спирту, одержаного в результаті цієї ж реакції. Встановіть структурну формулу естеру.
9. При аналізі певного силікату масою 1,600 г було одержано суміш натрій, калій і літій хлоридів масою 0,480 г. Маса Калію і Хлору в суміші виявилася рівною 0,085 і 0,310 г

відповідно. Обчисліть вміст (мас. %) в силікаті натрій, калій і літій оксидів.

- До 5 л суміші вуглеводню й карбон(IV) оксиду додали 16 л кисню (н.у.) і суміш підпалили. Після реакції об'єм суміші складав 24 л, а після конденсації води – в два рази менше. Після цього її пропустили через розчин лугу і об'єм зменшився до 1 л. Визначте формулу вуглеводню.
- Маємо суміш хлороводню і хлориду дейтерію. Масова частка Хлору в суміші становить 96,73%. Визначте масову частку хлориду дейтерію в суміші.
- Проста речовина 1 утворює з магнієм сполуку 2, гідроліз якої приводить до утворення газу 3 і речовини 4. Газ 3 за певних умов реагує з газом 5, утворюючи газ 6 і воду. Газ 6 з надлишком газу 5 утворює газ 7, розчинення якого у воді супроводжується виділенням газу 6 і розчину речовини 8. Речовини 8 і 4 утворюють сіль 9, що під час прожарювання дає речовину 10 та газу 5 і 7. Що таке речовини 1-10? Напишіть рівняння згаданих реакцій.
- При додаванні розчину, який містить 2,04 г солі сульфідної кислоти, до розчину, який містить 2,7 г хлориду двохвалентного металу, випало 1,92 г осаду. Які солі були взяті для проведення реакції, якщо вважати, що вони прореагували повністю.
- При повному окисленні 7,83 г сплаву двох металів утворилося 14,23 г оксидів, при обробці яких лугом залишилося нерозчинним 4,03 г осаду. Визначте якісний склад сплаву, якщо катіони металів мають ступені окислення +2 і +3 відповідно, а молярні відношення оксидів 1:1 (вважати, що гідроксид металу зі ступенем окислення +3 має амфотерні властивості).
- У двох посудинах знаходяться газу А і В. Обидва газу безбарвні. Газ А – з різким запахом, газ В – задушливий; сумарний об'єм обох газів дорівнює 6,72 л. При окисненні газу А (в присутності каталізатора) утворюється 5,4 г води і

газ С, що швидко перетворюється в бурий газ Д. Газ В дуже добре розчиняється у воді, його розчин – кислота. При добавлянні в цю кислоту надлишку аргентум нітрату випадає 14,35 г білого осаду. При змішуванні газів А і В утворюється сіль Е, яка при нагріванні знову розпадається на гази А і В. Назвіть всі перелічені речовини. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

16. Газ А має густину в 3 рази більшу, ніж повітря. При взаємодії з водою газу А на холоді і в темноті одержуємо лише кислоту Б, яка на світлі здатна перетворюватися в дві кислоти – В і Г. Якщо розчинити у воді газ А, пропущений попередньо через розжарену скляну трубку, одержуємо теж дві кислоти – Б і В. При взаємодії одного із продуктів термічного розкладу газу А з розчином лугу у залежності від умов одержують солі кислот або Б і В, або В і Г. Укажіть перелічені речовини і напишіть рівняння реакцій, якщо відомо, що одна із солей кислоти Г містить 31,8% Калію і 39,2% Оксигену.
17. Елемент розташований у II групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 15,3 г реагуючи з водою утворює 17,1 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
18. Гідрат вищого оксиду елемента III групи головної підгрупи має відносну молекулярну масу 78. Назвіть хімічний елемент, складіть формули його вищого оксиду та гідрату вищого оксиду, зазначте їх характер.
19. Складіть електронну формулу частинки, яка має 16 протонів і 18 електронів. Назвіть цю частинку. Наведіть приклади сполук, до складу яких входить ця частинка.
20. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=45,86\%$, $W(H)=8,91\%$, $W(Cl)=45,23\%$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 39,25.

21. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=39,98\%$, $W(H)=6,6\%$, $W(O)=53,2\%$. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 4,138.
22. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=52\%$, $W(H)=9\%$, $W(Cl)=39\%$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 92,5.
23. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=0,24$, $W(H)=0,05$, $W(Cl)=0,71$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 25,25.

*Варіативна складова
Творчі завдання*

1. У розчині одноосновної сильної кисневмісної кислоти масою 1 г ($W(K\text{-ти})=5\%$) міститься $7,65 \cdot 10^{20}$ йонів. Вважаючи дисоціацію повною, визначте її молекулярну формулу.
2. До розчину димеркурій динітрату ($Hg_2(NO_3)_2$) масою 264 г ($W=20\%$) добавили цинкові ошурки. Через деякий час концентрація димеркурій динітрату у розчині становила 6%. Обчисліть масу ртуті, що виділилась.
3. Зразок амоній дихромату масою 40 г, який містить нелеткі домішки стійкі до нагрівання, піддали термічному розкладу. Одним із продуктів реакції є газ, молекули якого двохатомні (маса 1 л газу при $30^\circ C$ і 0,44 атм дорівнює 0,504 г). Другий продукт реакції – амфотерний оксид металу. Напишіть рівняння реакції. Визначте ступінь чистоти зв'язку (у % за масою), якщо маса твердого залишку, яка складається з оксиду металу і твердих домішок, дорівнює 30 г. Як з оксиду металу можна одержати вільний метал.
4. При додаванні розчину, який містить 2,04 г солі сульфідної кислоти, до розчину, який містить 2,7 г хлориду двохвалентного металу, випало 1,92 г осаду. Які солі були

взяті для проведення реакції, якщо вважати, що вони прореагували повністю.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 3. Задачі на приготування розчинів

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на приготування розчинів, які передбачені шкільною програмою, так і задачі хімічних олімпіад.

Семінарська частина

1. Способи вираження вмісту розчиненої речовини в розчині (масова частка, молярна концентрація, нормальна концентрація, розчинність).
2. Задачі на знаходження масової частки розчиненої речовини в розчині, молярної і нормальної концентрації розчинів.
3. Обчислення вмісту (концентрації) розчиненої речовини за іншим відомим вмістом (концентрацією) цієї ж речовини.
4. Задачі на визначення концентрації розчиненої речовини в розчині, якщо речовина реагує з одним із компонентів розчину.
5. Задачі на приготування розчинів з речовин-кристалогідратів.
6. Виведення формули правила змішування.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Визначити масу води, в якій треба розчинити 45 г цукру, щоб одержати розчин з масовою часткою цукру 10%.

Розв'язок

$$\begin{aligned} W &= \frac{m(\text{р-ни})}{m(\text{р-ну})} & 45 &= 0,1(x + 45) \\ m(H_2O) &= x & 40,5 &= 0,1x \\ 0,1 &= \frac{45}{x + 45} & x &= 405 \end{aligned}$$

Задача 2. Визначте маси розчину сульфур(VI) оксиду в чистій сульфатній кислоті (масова частка сульфур(VI) оксиду дорівнює

10%) і розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 60%, необхідні для приготування 480 г розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 90%.

Розв'язок

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9 \cdot 480 = 432$$

$$m(\text{олеуму}) = x$$

$$m(\text{SO}_3) = 0,1x; m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x;$$



$$v(\text{SO}_3) = v_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,1x}{80}; m_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot \frac{0,1x}{80} = 0,1225x$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 480 - x$$

$$m_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6(480 - x) = 288 - 0,6x$$

$$0,9x + 0,1225x + 288 - 0,6x = 432$$

$$x = 340,83 \text{ (m(олеуму))}$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 480 - 340,83 = 139,17$$

Задача 3. При розчиненні у воді масою 160 г кристалогідрату $\text{MeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ масою 40 г одержали розчин з масовою часткою MeSO_4 12,8%. Визначте невідому сіль.

Розв'язок

$$\text{Ar}(\text{Me}) = x$$

$$\text{Mr}(\text{MeSO}_4) = x + 96$$

$$\text{Mr}(\text{MeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = x + 186$$

Масова частка солі в кристалогідраті становить:

$$W(\text{MeSO}_4) = \frac{x + 96}{x + 186}, \text{ тоді маса солі у кристалогідраті}$$

дорівнює

$$m(\text{MeSO}_4) = W(\text{MeSO}_4) \cdot m(\text{кристалогідрату})$$

$$m(\text{MeSO}_4) = \frac{40(x + 96)}{x + 186}$$

Для визначення масової частки солі в розчині скористаємося формулою:

$$W(\text{MeSO}_4) = \frac{m(\text{MeSO}_4)}{m(\text{розчину})}$$

Підставимо у цю формулу всі відомі нам величини

$$0,128 = \frac{40(x + 96)}{x + 186} : 200 ;$$

$$x = 64 (\text{Cu})$$

Задача 4. Скільки молекул метилового спирту (CH_3OH) і води міститься в 100 мл 12%-вого водного розчину метилового спирту, густина якого $0,98 \text{ г/см}^3$?

Розв'язок

$$m(\text{р-ну}) = V \cdot \rho; \quad m(\text{р-ну}) = 100 \cdot 0,98 = 98 \text{ г};$$

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = m(\text{р-ну}) \cdot W = 98 \cdot 0,12 = 11,76 \text{ г}$$

$$\nu = \frac{m}{M} \quad \nu(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{11,76}{32} = 0,3675 \text{ моль}$$

$$N(\text{CH}_3\text{OH}) = \nu \cdot N_A = 0,3675 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,21235 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 98 - 11,76 = 86,24 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{86,24}{18} = 4,79 \text{ моль}$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 4,79 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 28,8425 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$$

Задача 5. При 100°C у 100 г води розчиняється 347 г натрій гідроксиду.

а). Яка масова частка NaOH в отриманому розчині?

б). Яка мольна частка NaOH в отриманому розчині?

в). Скільки молекул води припадає на 1 атом (точніше, йон) натрію в отриманому розчині?

Розв'язок

$$W(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{р-ну})} = \frac{347}{447} = 0,7763 \text{ або } 77,63\%$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{347}{40} = 8,675 \text{ моль} = \nu(\text{Na})$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{100}{18} = 5,556 \text{ моль}$$

$$v(\text{p-ну}) = v(\text{NaOH}) + v(\text{H}_2\text{O}) = 8,675 + 5,556 = 14,231 \text{ моль}$$

$$\chi = \frac{v(\text{NaOH})}{v(\text{p-ну})} = \frac{8,675}{14,231} = 0,6096 \text{ або } 60,96\%$$

$$N(\text{Na}) : N(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{Na}) : v(\text{H}_2\text{O}) = 8,675 : 5,556 = 1 : 0,64$$

Задача 6. Визначити молярну концентрацію розчину, який утворюється при змішуванні 300 см^3 2М і 700 см^3 4М розчинів сульфатної кислоти.

Розв'язок

Молярна концентрація визначається за формулою:

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{v(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{p-ну})}$$

Визначимо кількість речовини сульфатної кислоти у першому розчині:

$$v_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = C_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_1(\text{p-ну})$$

$$v_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ моль/л} \cdot 0,3 \text{ л} = 0,6 \text{ моль}$$

Визначимо кількість речовини сульфатної кислоти у другому розчині:

$$v_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \text{ моль/л} \cdot 0,7 \text{ л} = 2,8 \text{ моль}$$

Кількість речовини сульфатної кислоти дорівнюватиме сумі кількостей речовини кислоти в першому і другому розчині:

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + v_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6 \text{ моль} + 2,8 \text{ моль} = 3,4 \text{ моль}$$

$$V(\text{p-ну}) = 300 \text{ см}^3 + 700 \text{ см}^3 = 1000 \text{ см}^3 = 1 \text{ л}$$

$$C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{3,4 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 3,4 \text{ моль/л}$$

Групова робота

1. У воді об'ємом 220 мл (густина 1 г/мл) розчинили сіль масою 30 г. Обчислити масову частку солі в розчині.
2. Визначте масу натрій гідроксиду, яка треба взяти для приготування 400 мл розчину з масовою часткою NaOH 20% (густина розчину 1,33 г/мл.)
3. Обчислити об'єм розчину натрій гідроксиду (масова частка NaOH 20%, густина 1,22 г/мл), який треба розбавити водою для добування розчину об'ємом 200 мл з масовою часткою NaOH 5% і густиною 1,62 г/мл.
4. У воді масою 250 г розчинили 50 г калій хлориду. Обчислити масову частку солі в розчині.
5. Обчислити маси кухонної солі і води, потрібні для приготування 2 кг розчину з масовою часткою NaCl 0,15.
6. До розчину хлоридної кислоти масою 600 г з масовою часткою HCl 10% додали 50 мл води. Визначити масову частку HCl в добутому розчині.
7. У воді масою 800 г розчинили сульфур(IV) оксид об'ємом 4,48 л (н. у.) Обчислити масову частку SO₂ в добутому розчині.
8. Визначте масу натрій гідроксиду, яку треба взяти для приготування 800 мл розчину з масовою часткою NaOH 30%. Густина розчину $\rho=1,33$ г/см³.
9. Скільки грамів води і 87% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти для виготовлення 600 г 55% розчину?
10. До розчину натрій гідроксиду масою 600 г з масовою часткою 35% додали 400 мл води. Визначити масову частку NaOH в добутому розчині.
11. Скільки грамів води і 87% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти для приготування 700 г 55% розчину?
12. Скільки грамів води і 75% розчину солі необхідно взяти для приготування 400 г 42% розчину?
13. Скільки грамів води і 60% розчину нітратної кислоти необхідно взяти для приготування 800 г 40% розчину?

14. Скільки грамів води і 30% розчину хлоридної кислоти необхідно взяти для приготування 200 г 20% розчину?
15. Скільки грамів води і 50% розчину натрій гідроксиду необхідно взяти для приготування 300 г 15% розчину?
16. Скільки грамів води і 40% розчину калій гідроксиду необхідно взяти для приготування 200 г 10% розчину?

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. Умова: Приготуйте розчин масою 20 г з масовою часткою натрій хлориду 0,05.

Обладнання та реактиви: штатив з пробірками, мірний циліндр, колба на 250 мл і на 100 мл, скляна паличка з гумовим наконечником, терези; дистильована вода, суха речовина – натрій хлорид NaCl.

2. Умова: Приготуйте 80 г розчину з масовою часткою солі 0,03 та обчисліть масу калій хлориду й об'єм води, які повинні використати для приготування розчину.

Обладнання і реактиви: штатив з пробірками, мірний циліндр, колба на 250 мл і на 100 мл, скляна паличка з гумовим наконечником, терези; дистильована вода, суха речовина – калій хлорид KCl.

Індивідуальна робота

1. Який об'єм розчину 5 М КОН потрібно взяти, щоб приготувати 0,6 М розчин КОН об'ємом 250 мл?
2. У фарфорову чашку масою 11,6 г налили насичений при 15°C розчин калій нітрату. Маса чашки з розчином 106 г., а після випарювання розчину 30,5 г Знайти розчинність калій нітрату при температурі 15°C.
3. До розчину нітратної кислоти масою 400 г з масовою часткою HNO_3 20% додали 200 мл. води. Визначити масову частку HNO_3 в добутому розчинні.

4. У 120 г води розчинили 10,5 г залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Обчислити масову частку ферум(II) сульфату у добутому розчині.
5. Яку масу кристалогідрату $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ і розчину з масовою часткою Na_2CO_3 0,2 необхідно взяти для приготування 250 г розчину з масовою часткою натрій карбонату 0,3?
6. Випарюванням 2 л насиченого при 10°C водного розчину натрій хлориду добуто 526,4 г солі. Чому дорівнює розчинність натрій хлориду у воді при 10°C ?
7. До розчину сульфатної кислоти масою 500 г з масовою часткою H_2SO_4 15% додали 100 мл. води. Визначити масову частку H_2SO_4 в добутому розчинні.
8. Визначити масу глауберової солі $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, яка потрібна для приготування 500 г розчину з масовою часткою натрій сульфату 12%.
9. Яку масу мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і води потрібно взяти, щоб приготувати розчин купрум(II) сульфату масою 40 кг з масовою часткою CuSO_4 2%?
10. Розчинність натрій нітрату при 10°C дорівнює 805 г. Обчислити масу цієї солі, що утворює насичений розчин у воді об'ємом 250 мл. при 10°C .
11. Для отримання в лабораторії водню дією сульфатної кислоти на цинк звичайно використовується розбавлена кислота: на 1 об'єм кислоти густиною $1,824 \text{ г/см}^3$ при 20°C береться 5 об'ємів води. Яка концентрація (в процентах) отриманої при цьому кислоти і яка її концентрація (в моль/л).
12. У 200 г води розчинили 20 г мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Обчислити масову частку купрум(II) сульфату у добутому розчині.
13. Визначити молярну концентрацію 24%-ного розчину нітратної кислоти (густина $1,14 \text{ г/мл}$).
14. Розчинність бертолетової солі KClO_3 при 10°C дорівнює 60 г. Обчислити масу цієї солі, що утворює насичений розчин у воді об'ємом 500 мл. при 10°C .

15. З розчинів сульфатної кислоти, густина якої при 20°C дорівнює 1,348 і 1,779 г/см³ потрібно приготувати 440 г розчину кислоти, густина якої при тій же температурі 1,553 г/см³. Скільки грамів потрібно кожної з вихідних кислот?
16. Визначити масу кристалогідрату цинк сульфату $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, яка потрібна для приготування 900 г розчину з масовою часткою цинк сульфату 10%.
17. У воді об'ємом 220 мл (густина 1 г/мл) розчинили сіль масою 30 г Обчислити масову частку солі в розчині.
18. Визначте масу глауберової солі $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, яка потрібна для приготування 800 г розчину з масовою часткою натрій сульфату 15%.
19. Визначте масу натрій гідроксиду, яка треба взяти для приготування 400 мл розчину з масовою часткою NaOH 20% (густина розчину 1,33 г/мл.)
20. Обчислити об'єм розчину натрій гідроксиду (масова частка NaOH 20%, густина 1,22 г/мл), який треба розбавити водою для добування розчину об'ємом 200 мл з масовою часткою NaOH 5% і густиною 1,62 г/мл.
21. У воді масою 250 г розчинили 50 г калій хлориду. Обчислити масову частку солі в розчині.
22. У воді масою 110 г розчинили 20 г калій хлориду. Обчислити масову частку солі в розчині.
23. У воді масою 300 г розчинили 20 г калій нітрату. Обчислити масову частку солі в розчині.
24. У воді масою 400 г розчинили калій нітрат масою 30 г Обчислити масову частку солі в розчині.
25. У воді масою 500 г розчинили 25 г натрій хлориду. Обчислити масову частку солі в розчині.
26. У воді масою 400 г розчинили 30 г натрій хлориду. Обчислити масову частку солі в розчині.
27. Обчислити маси кухонної солі і води, потрібні для приготування 2 кг. розчину з масовою часткою NaCl 0,15.

28. Обчислити маси кухонної солі і води, потрібні для приготування 200 г розчину з масовою часткою NaCl 0,3.
29. Обчислити маси калій хлориду і води, потрібні для приготування 500 г розчину з масовою часткою KCl 0,25.
30. Обчислити маси калій хлориду і води, потрібні для приготування 800 г розчину з масовою часткою KCl 0,2.
31. Обчислити масу магній сульфату і води, для приготування розчину масою 2 кг. з масовою часткою MgSO_4 0,35.
32. Обчислити маси калій нітрату і води, потрібні для приготування 350 г розчину з масовою часткою KNO_3 0,4.
33. До розчину нітратної кислоти масою 400 г з масовою часткою HNO_3 20% додали 200 мл води. Визначити масову частку HNO_3 в добутому розчинні.
34. До розчину сульфатної кислоти масою 500 г з масовою часткою H_2SO_4 15% додали 100 мл води. Визначити масову частку H_2SO_4 в добутому розчинні.
35. До розчину хлоридної кислоти масою 600 г з масовою часткою HCl 10% додали 50 мл води. Визначити масову частку HCl в добутому розчинні.
36. До розчину нітратної кислоти масою 150 г з масовою часткою HNO_3 25% додали 50 мл води. Визначити масову частку HNO_3 в добутому розчинні.
37. До розчину сульфатної кислоти масою 700 г з масовою часткою H_2SO_4 40% додали 100 мл води. Визначити масову частку H_2SO_4 в добутому розчинні.
38. До розчину хлоридної кислоти масою 200 г з масовою часткою HCl 20% додали 100 мл води. Визначити масову частку HCl в добутому розчинні.
39. У воді масою 800 г розчинили сульфур(IV) оксид об'ємом 4, 48 л (н. у.) Обчислити масову частку SO_2 в добутому розчинні.

40. У воді масою 500 г розчинили сульфур(IV) оксид об'ємом 2, 24 л (н. у.) Обчислити масову частку SO_2 в добутому розчині.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Масова частка калію у суміші добрив: калій нітрату і сечовини – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ складає 25 %. Розрахуйте масову частку азоту в цій суміші і молярне співвідношення сполук.
2. Елемент А утворює з елементом Б дві сполуки В і Г, відношення молярних мас яких рівне 0,845. Відношення атомних мас елементів А і Б рівне 6,9, а відношення ступенів окиснення елемента А в цих сполуках складає 2:3. Визначте елементи А і Б, напишіть формули сполук В і Г, якщо ступінь окиснення Б в цих сполуках рівний (-1).
3. Речовини А, В, С вступають у реакції за такими схемами:
$$\overset{\text{r}^0}{\text{A}} + \text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{A} + \text{HCl} \quad \text{B} \rightarrow \dots; \quad \text{C} + \text{HCl} \rightarrow \text{B} + \dots$$

А → В + ...; Назвіть можливі речовини А, В, С. До яких класів хімічних речовин вони належать? Напишіть рівняння реакцій.
4. Наведіть приклади реакцій речовин з водою, в яких утворюються кислоти. а) Речовина тверда за звичайних умов; б) речовина – рідина; в) речовина – газ.
5. У 500 г водного розчину H_3PO_4 з масовою часткою 23,72 % розчинили 142 г P_2O_5 . Визначте яка сіль утвориться, якщо до 100 г отриманого розчину додати 292,9 мл розчину NaOH з масовою часткою 12,0 % (густина розчину 1,14 г/мл).

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.

3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 4. Задачі на змішування розчинів

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на визначення маси чи об'єму розчинів, які необхідно взяти для приготування розчину заданої концентрації.

Семінарська частина

1. Способи вираження вмісту розчиненої речовини в розчині (масова частка, молярна концентрація, нормальна концентрація, розчинність).
2. Виведення формули правила змішування.
3. Правило хреста або конверт Пірсона.
4. Обчислення за правилом змішування.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Визначте масу 24,5%-ного розчину сульфатної кислоти, в якому треба розчинити 120 г сірчаного ангідриду, щоб утворився 49%-ний її розчин?

Розв'язок

Такі задачі можна розв'язувати через „правило хреста”.

Нехай є розчин масою m_1 , у якому масова частка розчиненої речовини W_1 . До цього розчину долили розчин масою m_2 , у якому масова частка розчиненої речовини W_2 . При цьому утворився розчин масою m_3 , у якому масова частка розчиненої речовини W_3 , причому, маса утвореного розчину буде дорівнювати сумі мас першого і другого розчинів, а маса розчиненої речовини в третьому розчині буде дорівнювати сумі мас розчиненої речовини у першому і другому розчинах.

$$\begin{array}{|c|} \hline \\ \hline m_1 \\ W_1 m_1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline m_2 \\ W_2 m_2 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline m_3 \\ W_3 m_3 \\ \hline \end{array}$$

Оскільки маса розчиненої речовини в третьому розчині буде дорівнювати сумі мас розчиненої речовини у першому і другому розчині, то:

$$W_1 m_1 + W_2 m_2 = W_3 m_3$$

Так як маса третього розчину буде дорівнювати сумі мас першого і другого розчинів, то:

$$W_1 m_1 + W_2 m_2 = W_3 (m_1 + m_2)$$

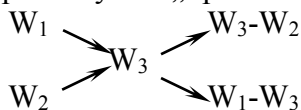
$$W_1 m_1 + W_2 m_2 = W_3 m_1 + W_3 m_2$$

$$W_1 m_1 - W_3 m_1 = W_3 m_2 - W_2 m_2$$

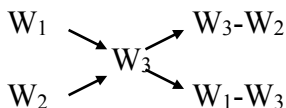
$$m_1(W_1 - W_3) = m_2(W_3 - W_2)$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{W_3 - W_2}{W_1 - W_3} \text{ — формула правила змішування}$$

Часто замість виведення формули правила змішування використовують „правило хреста”

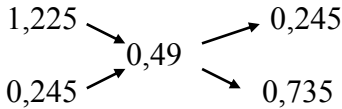


1. I спосіб.



$$W_1 = \frac{M(H_2SO_4)}{M(SO_3)} = \frac{98}{80} = 1,225$$

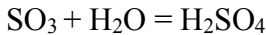
W_1 – уявна масова частка сульфатної кислоти в сірчаному ангідриді.



$$\frac{120}{m_2} = \frac{0,245}{0,735}$$

$$m_2 = \frac{120 \cdot 0,735}{0,245} = 360$$

II спосіб.



$$m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = x; \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,245x;$$

$$\nu = \frac{m}{M}; \quad \nu(\text{SO}_3) = \frac{120}{80} = 1,5 \text{ моль}$$

$$W = \frac{m(\text{р-ни})}{m(\text{р-ну})} = \frac{1,5 \cdot 98 + 0,245x}{x + 120} = 0,49$$

$$147 + 0,245x = 0,49x + 58,8$$

$$88,2 = 0,245x$$

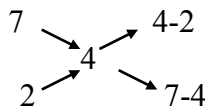
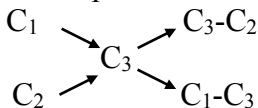
$$x = \frac{88,2}{0,245} = 360$$

Задача 2. Визначте об'єм 7 М розчину сульфатної кислоти, який треба додати до 120 мл 2 М розчину, щоб утворився 4 М розчин.

Розв'язок

I спосіб

Задачі на молярну концентрацію теж можна розв'язувати через „правило хреста”.



$$\frac{V_1}{120} = \frac{4 - 2}{7 - 4}$$

$$V_1 = \frac{120 \cdot 2}{3} = 80 \cdot \text{мл}$$

II спосіб

$$V_1(\text{р-ну}) = x; \quad v_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7x; \quad v_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = C \cdot V = 2 \cdot 0,120 = 0,24$$

моль

$$C = \frac{v}{V}$$

$$\frac{7x + 0,24}{x + 0,120} = 4$$

$$7x + 0,24 = 4x + 0,48$$

$$3x = 0,24$$

$$x = 0,08 \cdot \text{мл}; \text{ або } \cdot 80 \cdot \text{мл}$$

Групова робота

1. Визначити маси розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 98% і води, необхідних для приготування 500 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 25%?
2. Змішали 150 г 8,00%-ного розчину гідрогенсульфату натрію (густ. 1,06 г/мл) і 150 мл розчину з концентрацією цієї ж солі, рівною 1,93 моль/л. Обчисліть молярну концентрацію солі в одержаному розчині.
3. У якому співвідношенні за об'ємом змішали 21,38%-ний розчин гідроксиду калію (густ. 1,20 г/мл) і розчин цієї ж речовини з концентрацією 0,744 моль/л, якщо при цьому вийшов розчин з концентрацією 3,82 моль/л?
4. Визначити маси мідного купоросу і 5% розчину купрум(II) сульфату, необхідні для приготування 200 20%-ного розчину купрум(II) сульфату.
5. Визначити масу залізного купоросу, який необхідно додати до 200 г 4%-ного розчину ферум(II) сульфату, щоб одержати 10%-ний розчин ферум(II) сульфату.

6. Визначити маси сульфур(VI) оксиду і 10%-ного розчину сульфатної кислоти, необхідні для приготування 200 г 30%-ного розчину сульфатної кислоти.
7. Визначити маси фосфор(V) оксиду і 2%-ного розчину ортофосфатної кислоти, необхідні для приготування 200 г 20%-ного розчину ортофосфатної кислоти.
8. Визначити масу сульфур(VI) оксиду, який необхідно додати до 200 г 4%-ного розчину сульфатної кислоти, щоб одержати 30%-ний розчин сульфатної кислоти.
9. Визначити маси 12%-ного і 5%-ного розчинів хлоридної кислоти, необхідні для приготування 200 г 20%-ного розчину хлоридної кислоти.
10. Визначити маси розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 28% і води, необхідних для приготування 500 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 12,5%?

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. Умова: Приготуйте розчин масою 20 г з масовою часткою натрій хлориду 0,25 використовуючи 5 та 30%-ні розчини натрій хлориду.

Обладнання та реактиви: штатив з пробірками, мірний циліндр, колба на 250 мл і на 100 мл, скляна паличка з гумовим наконечником, терези; дистильована вода, 5 та 30%-ні розчини натрій хлориду NaCl .

2. Умова: Приготуйте розчин 0,2 кг з масовою часткою солі 0,15 та обчисліть масу мідного купоросу й 2%-ного розчину купрум(II) сульфату, які повинні використати для приготування розчину.

Обладнання і реактиви: штатив з пробірками, мірний циліндр, колба на 250 мл і на 100 мл, скляна паличка з гумовим наконечником, терези; дистильована вода, суха речовина мідний купорос і 2%-ний розчин купрум(II) сульфату.

Індивідуальна робота

1. Який об'єм хлороводню слід розчинити у 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою кислоти 20% ($\rho=1,098 \text{ г/см}^3$), щоб збільшити масову частку речовини в 1,5 рази?
2. Який об'єм хлороводню слід розчинити у 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою кислоти 20% ($\rho=1,098 \text{ г/см}^3$), щоб збільшити масову частку речовини в 1,5 рази?
3. Скільки чистого срібла треба додати до 400 г срібла 835-ї проби, щоб дістати срібло 875-ї проби ?
4. У якому співвідношенні за об'ємом змішали 21,38%-ний розчин гідроксиду калію (густ. 1,20 г/мл) і розчин цієї ж речовини з концентрацією 0,744 моль/л, якщо при цьому вийшов розчин з концентрацією 3,82 моль/л?
5. В якому об'ємі 1%-ного розчину ферум(II) сульфату слід розчинити 7 г залізного купоросу, щоб одержати розчин ферум(II) сульфату з масовою часткою солі 20%?
6. Визначити масу кристалогідрату купрум(II) броміду тетрагідрату, яку потрібно розчинити в 702 г розчину купрум броміду з масовою часткою 1,61%, щоб утворився 10,68% розчин.
7. Сплавили злиток срібла 640-ої проби вагою 120 г із злитком невідомої проби і вийшло 320 г срібла 700-ої проби. Визначити пробу другого злитка.
8. Визначити масу мідного купоросу, яку необхідно додати до 200 г 10%-ного розчину купрум(II) сульфату, щоб утворився 25%-ний розчин купрум(II) сульфату.
9. Визначити масову частку купрум (II) сульфату в розчині, утвореному внаслідок розчинення 80 г мідного купоросу в 320 г 4%-го розчину купрум (II) сульфату.
10. Дано розчини з масовими частками сульфатної кислоти 90 % та 65 %. Необхідно виготовити розчин масою 500 г з масовою часткою кислоти 70 %.

11. Є сплав 850-ї проби, маса якого становить 1500 г. Скільки до нього треба додати сплаву 920-ї проби, щоб вийшов сплав 900-ї проби ?
12. Визначити масу залізного купоросу та 5%-ного розчину ферум(II) сульфату, щоб утворилося 200 г 20%-ного розчину ферум(II) сульфату.
13. До 200 г насиченого при температурі 85⁰С розчину магній сульфату додали 150 г розчину цієї ж солі з масовою часткою речовини 10%. Визначити масову частку речовини в одержаному розчині, якщо розчинність солі за даної температури становить 65 г на 100 г води.
14. У 300 мл хлоридної кислоти ($\rho=1,129 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою кислоти 26% розчинили 3,5 л хлороводню, виміряного при температурі 20⁰С і тиску 107 кПа. Визначити масову частку хлороводню в одержаному розчині.
15. Маємо 500 кг руди, яка містить деяку кількість заліза. Після виділення з руди 200 кг домішок, які містять у середньому 12,5% заліза, у руді вміст заліза підвищився на 20%. Яка кількість заліза залишилась у руді ?
16. Визначити масу сульфур(VI) оксиду, яку необхідно додати до 200 г 10%-ного розчину сульфатної кислоти, щоб утворився 25%-ний розчин купрум(II) сульфату.
17. У воді масою 1000 г розчинили 3,36 л фтороводню (н. у.) Обчислити масову частку HF в добутому розчині.
18. У воді масою 800 г розчинили 1,12 л фтороводню (н. у.) Обчислити масову частку HF в добутому розчині.
19. У воді масою 600 г розчинили 0,56 л карбон(IV) оксиду (н. у.) Обчислити масову частку CO₂ в добутому розчині.
20. У воді масою 820 г розчинили 1,12 л карбон(IV) оксиду (н. у.) Обчислити масову частку CO₂ в добутому розчині.
21. Визначте масу натрій хлориду, яку потрібно розчинити у воді, щоб добути 300 см³ розчину з масовою часткою NaCl 20%. Густина розчину $\rho=1,15 \text{ г/см}^3$.

22. Визначте масу натрій хлориду, яку потрібно розчинити у воді, щоб добути 800 см^3 розчину з масовою часткою NaCl 20%. Густина розчину $\rho=1,15 \text{ г/см}^3$.
23. Визначте масу натрій гідроксиду, яку треба взяти для приготування 800 мл розчину з масовою часткою NaOH 30%. Густина розчину $\rho=1,33 \text{ г/см}^3$.
24. Визначте масу натрій гідроксиду, яку треба взяти для приготування 700 см^3 розчину з масовою часткою NaOH 30%. Густина розчину $\rho=1,33 \text{ г/см}^3$.
25. Визначте масу сульфатної кислоти, яку треба взяти для приготування 300 см^3 розчину з масовою часткою H_2SO_4 20%. Густина розчину $\rho=1,139 \text{ г/см}^3$.
26. Визначте масу сульфатної кислоти, яку треба взяти для приготування 500 см^3 розчину з масовою часткою H_2SO_4 20%. Густина розчину $\rho=1,139 \text{ г/см}^3$.
27. У 120 г води розчинили 10,5 г залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Обчислити масову частку ферум(II) сульфату у добутому розчині.
28. Визначити масу глауберової солі $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, яка потрібна для приготування 500 г розчину з масовою часткою натрій сульфату 12%.
29. У 200 г води розчинили 20 г мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Обчислити масову частку купрум(II) сульфату у добутому розчині.
30. Визначити масу кристалогідрату цинк сульфату $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, яка потрібна для приготування 900 г розчину з масовою часткою цинк сульфату 10%.
31. У воді масою 300 г розчинили кристалогідрат кальцій хлориду $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ масою 40 г Обчислити масову частку кальцій хлориду у добутому розчині.
32. Визначте масу мідного купоросу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, яка потрібна для приготування 250 г розчину з масовою часткою 6%.

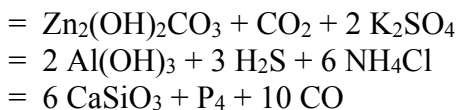
33. Обчислити масу калій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину нітратної кислоти масою 200 г з масовою часткою нітратної кислоти 12,6%.
34. Обчислити масу натрій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину сульфатної кислоти масою 400 г з масовою часткою сульфатної кислоти 20%.
35. Обчислити масу кальцій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину хлоридної кислоти масою 500 г з масовою часткою хлоридної кислоти 15%.
36. Обчислити масу барій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину нітратної кислоти масою 120 г з масовою часткою нітратної кислоти 18%.
37. Обчислити масу натрій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину ортофосфорної кислоти масою 800 г з масовою часткою ортофосфорної кислоти 10%.
38. Обчислити масу калій гідроксиду, який треба витратити на нейтралізацію розчину бромідної кислоти масою 250 г з масовою часткою бромідної кислоти 5%.
39. Скільки грамів води і 87% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти для виготовлення 600 г 55% розчину?
40. Скільки грамів води і 60% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти для виготовлення 400 г 30% розчину?
41. Скільки грамів води і 50% розчину нітратної кислоти необхідно взяти для виготовлення 700 г 40% розчину?
42. Скільки грамів води і 30% розчину хлоридної кислоти необхідно взяти для виготовлення 300 г 10% розчину?
43. Скільки грамів води і 40% розчину ортофосфорної кислоти необхідно взяти для виготовлення 150 г 8% розчину?
44. Скільки грамів води і 30% розчину ортофосфорної кислоти необхідно взяти для виготовлення 250 г 12% розчину?
45. До розчину натрій гідроксиду масою 600 г з масовою часткою 35% додали 400 мл води. Визначити масову частку NaOH в добутому розчині.

46. До розчину калій гідроксиду масою 800 г з масовою часткою 45% додали 200 мл води. Визначити масову частку КОН в добутому розчині.
47. До розчину барій гідроксиду масою 400 г з масовою часткою 20% додали 100 мл води. Визначити масову частку Ba(OH)₂ в добутому розчині.
48. До розчину хлоридної кислоти масою 700 г з масовою часткою 25% додали 300 мл води. Визначити масову частку HCl в добутому розчині.
49. Скільки грамів води і 87% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти для приготування 700 г 55% розчину?
50. Скільки грамів води і 75% розчину солі необхідно взяти для приготування 400 г 42% розчину?
51. Скільки грамів води і 60% розчину нітратної кислоти необхідно взяти для приготування 800 г 40% розчину?
52. Скільки грамів води і 30% розчину хлоридної кислоти необхідно взяти для приготування 200 г 20% розчину?
53. Скільки грамів води і 50% розчину натрій гідроксиду необхідно взяти для приготування 300 г 15% розчину?
54. Скільки грамів води і 40% розчину калій гідроксиду необхідно взяти для приготування 200 г 10% розчину?

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Юний хімік Гідрогенадзе підготував шпаргалку з рівняннями реакцій для свого друга Просипайського, але неакуратно вирвав її з зошита, втративши частину рівнянь:



Попавши в таке катастрофічне положення, Просипайський був вимушений мислити логічно і через певний час відновив втрачені формули.

Запишіть і ви повні рівняння реакцій.

2. У зразку кристалічної соди (вона є продуктом кристалізації, у якому на кожен часточку Na_2CO_3 приходить декілька молекул води) на $7,04 \cdot 10^{23}$ атомів Натрію приходить $3,52 \cdot 10^{24}$ атомів Оксигену. Визначте співвідношення між кількістю часточок Na_2CO_3 та кількістю молекул води у цьому зразку.
3. Один з галогенів (елемент VII групи головної підгрупи періодичної системи) утворює сполуку з Гідрогеном, яка містить 95% галогену. Який це галоген?
4. У якому співвідношенні (за масою) слід змішати 20%-ний розчин натрій гідроксиду і 10%-ний розчин сульфатної кислоти, щоб одержати нейтральний розчин? Обчисліть масову частку розчиненої речовини в одержаному розчині.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика рішення задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 5. Задачі з використанням поняття викристалізації речовин

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі з використанням поняття викристалізації речовин.

Семінарська частина

1. Способи вираження вмісту розчиненої речовини в розчині (масова частка, молярна концентрація, нормальна концентрація, розчинність).
2. Поняття кристалогідрати.
3. Розчинність речовин.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Розчинність натрій фториду при 40°C становить 4,5 г, а при 0°C – 4,1 г. Яка маса солі викристалізується при охолодженні насиченого при 40°C розчину масою 540 г до 0°C ?

I спосіб

1. $m_1(\text{роз}) = 100 \text{ г } \text{H}_2\text{O} + 4,5 \text{ г } \text{NaF} = 104,5 \text{ (г)}$

2. $m_2(\text{роз}) = 100 \text{ г } \text{H}_2\text{O} + 4,1 \text{ г } \text{NaF} = 104,1 \text{ (г)}$

3. Яка маса солі, що викристалізується з маси насиченого розчину?

$$m(\text{NaF})_{\text{викрист}} = 104,5 - 104,1 = 0,4 \text{ (г)}$$

4. Яка маса солі викристалізується з розчину масою 540г?

Із 104,5 г викристал. 0,4 г солі

$$\begin{array}{r} \text{із } 540 \text{ г} \\ \quad \quad \quad - \quad \quad \quad \text{х} \end{array}$$

$$\text{х} = 2,1 \text{ (г)}$$

II спосіб

1. Яка маса насиченого розчину при 40°C ?

$$m_1(\text{роз}) = 100 \text{ г } \text{H}_2\text{O} + 4,5 \text{ г } \text{NaF} = 104,5 \text{ (г)}$$

2. Яка маса солі в розчині масою 540 г?

104,5 г містить 4,5 г солі

$$\begin{array}{r} 540 \text{ г} \\ \quad \quad \quad - \quad \quad \quad \text{х} \end{array}$$

$$\text{х} = 23,3 \text{ (г)}$$

3. Яка маса води?

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 540 - 23,3 = 516,7 \text{ (г)}$$

4. Яка маса солі розчиняється у воді при 0°C ?

$$100 \text{ г} - 4,1 \text{ г солі}$$

$$516,7 \text{ г} - x \text{ г}$$

$$x = 21,2 \text{ (г)}$$

5. Яка маса солі викристалізувалась?

$$m(\text{NaF}) = 23,3 - 21,2 = 2,1 \text{ (г)}$$

$m(\text{NaF})$ - ?

Відповідь: викристалізується 2,1 г солі.

Задача 2. Визначити масу кристалогідрату алюміній сульфату $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, який викристалізується при охолодженні 500 г насиченого при 100°C розчину алюміній сульфату до 20°C , якщо розчинність його дорівнює 89 г при 100°C і 36,4 г 20°C .

Розв'язок

$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342$$

$$M_r(18\text{H}_2\text{O}) = 324$$

$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = 666$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = x$$

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}) = x/666$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342x/666$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 324x/666$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 89 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ну}) = 189 \text{ г (при } 100^\circ\text{C)}$$

$$\text{у } 189 \text{ г р-ну} - 89 \text{ г } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

$$\text{у } 500 \text{ г р-ну} - x \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$$

$$x = 500 \cdot 89 / 189 = 235,45 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 - 235,45 = 264,55 \text{ г}$$

Після кристалізації кристалогідрату при 20°C залишається

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 264,55 - 324x/666$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 235,45 - 342x/666$$

Розчинність при 20°C = 36,4, то:

В 100 г води розчиняється 36,4 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

$$B \ 264,55 - 324x/666 \ H_2O - 235,45 - 342x/666 \ Al_2(SO_4)_3$$

$$100 \cdot (235,45 - 342x/666) = 36,4 \cdot (264,55 - 324x/666)$$

$$23500,45 - 9629,62 = 34200x/666 - 11793,6x/666$$

$$13870,83 = 22406,4x/666$$

$$9237972,78 = 22406,4x$$

$$x = 9237972,78/22406,4$$

$$x = 412,29 \text{ г}$$

2 способ

За x приймаємо кількість р-ни кристалогідрату.

Далі розв'язок аналогічний

Групова робота

1. Визначити масу амоній хлориду, що викристалізується, якщо 414 г насиченого при 80°C розчину (розчинність 65,6 г) охолодити до 20°C (розчинність 37,2 г).
2. Визначити масу амоній хлориду, що викристалізується, якщо 414 г насиченого при 80°C розчину (розчинність 65,6 г) охолодити до 20°C (розчинність 37,2 г).
3. Визначити масу кристалогідрату купрум(II) сульфату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, який викристалізується при охолодженні 500 г насиченого при 100°C розчину купрум(II) сульфату до 20°C , якщо розчинність його дорівнює 77 г при 100°C і 20,2 г 20°C .
4. Визначити масу кристалогідрату ферум(II) сульфату $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, який викристалізується при охолодженні 200 г насиченого при 100°C розчину ферум(II) сульфату до 20°C , якщо розчинність його дорівнює 54 г при 100°C і 18,2 г 20°C .
55. Визначити масу кристалогідрату барій хлориду $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, який викристалізується при охолодженні 200 г насиченого при 80°C розчину барій хлориду до 10°C , якщо розчинність його дорівнює 34 г при 80°C і 12 г 10°C .

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

Умова: Розчинність натрій фториду при 40⁰С становить 4,5 г, а при 0⁰С – 4,1 г. Яка маса солі викристалізується при охолодженні насиченого при 40⁰С розчину масою 540 г до 0⁰С?

I спосіб

1. $m_1(\text{роз}) = 100 \text{ г } H_2O + 4,5 \text{ г } NaF = 104,5 \text{ (г)}$

2. $m_2(\text{роз}) = 100 \text{ г } H_2O + 4,1 \text{ г } NaF = 104,1 \text{ (г)}$

3. Яка маса солі, що викристалізується з маси насиченого розчину?

$$m(NaF)_{\text{викрист}} = 104,5 - 104,1 = 0,4 \text{ (г)}$$

4. Яка маса солі викристалізується з розчину масою 540г? Із 104,5 г викристал. 0,4 г солі

$$\begin{array}{r} \text{із 540 г} \quad - \quad \quad \quad \text{x} \end{array}$$

$$x = 2,1 \text{ (г)}$$

II спосіб

1. Яка маса насиченого розчину при 40⁰С?

$$m_1(\text{роз}) = 100 \text{ г } H_2O + 4,5 \text{ г } NaF = 104,5 \text{ (г)}$$

2. Яка маса солі в розчині масою 540 г?

104,5 г містить 4,5 г солі

$$\begin{array}{r} 540 \text{ г} \quad - \quad \quad \quad \text{x} \end{array}$$

$$x = 23,3 \text{ (г)}$$

3. Яка маса води?

$$m(H_2O) = 540 - 23,3 = 516,7 \text{ (г)}$$

4. Яка маса солі розчиняється у воді при 0⁰С?

100 г - 4,1 г солі

516,7 г - x г

$$x = 21,2 \text{ (г)}$$

5. Яка маса солі викристалізувалась?

$$m(NaF) = 23,3 - 21,2 = 2,1 \text{ (г)}$$

$m(NaF)$ - ?

Відповідь: викристалізується 2,1 г солі.

Індивідуальна робота

1. Визначити масу амоній хлориду, що викристалізується, якщо 414 г насиченого при 80°C розчину (розчинність 65,6 г) охолодити до 20°C (розчинність 37,2 г).
2. Визначте масу мідного купоросу, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80°C розчину купрум(II) сульфату до 30°C , якщо розчинність купрум(II) сульфату дорівнює при 80°C 55 г, а при 30°C – 25 г.
3. Скільки грам мідного купоросу і води необхідно взяти для приготування такої кількості насиченого при 60°C розчину купрум сульфату, з якого при охолодженні до 0°C виділиться 25 г мідного купоросу? Розчинність безводного купрум сульфату при 60 і 0°C відповідно рівна 39,5 і 14,3 г.
4. Визначити масу кристалогідрату алюміній сульфату – вода (1/18), який викристалізується при охолодженні 945 г насиченого при 100°C розчину алюміній сульфату (розчинність – 89 г) до 20°C (розчинність – 36,4 г).
5. Визначити масу кристалогідрату барій хлориду – вода (1/2), що викристалізується, якщо 794 г насиченого при 100°C розчину (розчинність 58,8 г) охолодити до 10°C (розчинність 35,7 г).
6. Визначте масу кристалогідрату магній хлориду – вода (1/6), що викристалізується, якщо при охолодженні 692 г насиченого при 100°C розчину магній хлориду (розчинність 73 г) до 20°C (розчинність 54,5 г).
7. Скільки грам мідного купоросу і води необхідно взяти для приготування такої кількості насиченого при 80°C розчину купрум сульфату, з якого при охолодженні до 0°C виділиться 25 г мідного купоросу? Розчинність безводного купрум сульфату при 80 і 0°C відповідно рівна 55 і 12 г.
8. Визначте масу залізного купоросу, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80°C розчину ферум(II) сульфату до 30°C , якщо розчинність ферум(II) сульфату дорівнює при 80°C 45 г, а при 30°C - 15 г.

9. Визначити масу амоній хлориду, що викристалізується, якщо 414 г насиченого при 80°C розчину (розчинність 65,6 г) охолодити до 20°C (розчинність 37,2 г).
10. Визначте масу мідного купоросу, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80°C розчину купрум(II) сульфату до 30°C , якщо розчинність купрум(II) сульфату дорівнює при 80°C 55 г, а при 30°C – 25 г.
11. Скільки грам мідного купоросу і води необхідно взяти для приготування такої кількості насиченого при 60°C розчину купрум сульфату, з якого при охолодженні до 0°C виділиться 25 г мідного купоросу? Розчинність безводного купрум сульфату при 60 і 0°C відповідно рівна 39,5 і 14,3 г.
12. Визначити масу кристалогідрату алюміній сульфату – вода (1/18), який викристалізується при охолодженні 945 г насиченого при 100°C розчину алюміній сульфату (розчинність – 89 г) до 20°C (розчинність – 36,4 г).
13. Визначити масу кристалогідрату барій хлориду – вода (1/2), що викристалізується, якщо 794 г насиченого при 100°C розчину (розчинність 58,8 г) охолодити до 10°C (розчинність 35,7 г).
14. Визначте масу кристалогідрату магній хлориду – вода (1/6), що викристалізується, якщо при охолодженні 692 г насиченого при 100°C розчину магній хлориду (розчинність 73 г) до 20°C (розчинність 54,5 г).
15. Скільки грам мідного купоросу і води необхідно взяти для приготування такої кількості насиченого при 80°C розчину купрум сульфату, з якого при охолодженні до 0°C виділиться 25 г мідного купоросу? Розчинність безводного купрум сульфату при 80 і 0°C відповідно рівна 55 і 12 г.
16. Визначте масу залізного купоросу, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80°C розчину ферум(II) сульфату до 30°C , якщо розчинність ферум(II) сульфату дорівнює при 80°C 45 г, а при 30°C – 15 г.

17. Визначте масу кристалогідрату алюміній сульфату $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, який викристалізується при охолодженні 945 г насиченого при 100 °С розчину алюміній сульфату до 20 °С, якщо розчинність його дорівнює 89 г при 100 °С і 36,4 г при 20 °С.
18. Визначте масу калій нітрату, що викристалізується при охолодженні до 20 °С 840 г насиченого при 60 °С розчину. Розчинність KNO_3 при 60 °С становить 110 г/100 г H_2O , а при 20 °С – 31,6 г/100 г H_2O .
19. Визначити масу купрум(II) сульфату пентагідрату, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80 °С розчину купрум(II) сульфату до 30 °С. Розчинність CuSO_4 при 80 °С становить 55 г/100 г H_2O , а при 30 °С – 25 г/100 г H_2O .
20. Визначити масу магній хлориду гексагідрату, що викристалізується при охолодженні 692 г насиченого при 100 °С розчину магній хлориду до 20 °С. Розчинність магній хлориду при 100 °С становить 73 г/100 г H_2O , а при 20 °С – 54,5 г/100 г H_2O .
21. Яку масу ферум(II) сульфату слід розчинити у воді для утворення насиченого при 50 °С розчину ферум(II) сульфату, щоб при його охолодженні до 30 °С викристалізувалося 20 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Розчинність FeSO_4 при 50 °С становить 47,5 г/100 г H_2O , а при 30 °С – 26,5 г/100 г H_2O .
22. Визначте масу калій хлориду, яка викристалізується при охолодженні до 20 °С насиченого при 100 °С розчину масою 628,8 г. Розчинність калій хлориду дорівнює 56,7 г на 100 г H_2O при 100 °С і 34 г на 100 г H_2O при 20 °С.
23. Визначте масу мідного купоросу, що викристалізується при охолодженні 465 г насиченого при 80 °С розчину купрум(II) сульфату до 30 °С, якщо розчинність купрум(II) сульфату дорівнює при 80 °С 55 г на 100 г H_2O , а при 30 °С – 25 г на 100 г H_2O .

24. Визначте масу води, в якій треба розчинити 91 г мідного купоросу, щоб при 30°C утворився насичений розчин купрум(II) сульфату, якщо розчинність його при даній температурі дорівнює 25 г на 100 г H_2O .
25. Визначте масу кристалогідрату барій хлориду $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, що викристалізується при охолодженні 794 г насиченого при 100°C розчину барій хлориду до 10°C , якщо розчинність його дорівнює 58,8 г на 100 г H_2O при 100°C і 35,7 г на 100 г H_2O при 10°C .
26. Визначити масу кристалогідрату барій нітрату $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, яка викристалізується при охолодженні до 20°C 800 г насиченого при 100°C розчину (розчинність безводної солі при 100°C – 300 г на 100 г H_2O , при 20°C – 67,5 г на 100 г H_2O).
27. Яку масу магній хлориду слід розчинити у воді для утворення насиченого при 100°C розчину магній хлориду, якщо при його охолодженні до 20°C викристалізувалося 415,7 г магній хлориду гексагідрату. Розчинність магній хлориду при 100°C становить 73 г/100 г води, а при 20°C – 54,5 г/100 г води.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Узято кристалічну речовину X фіолетового кольору. У лабораторії її використовують для добування газу А без кольору і запаху. Під час дії на речовину X хлоридною кислотою виділяється задушливий газ Б. Записати формулу речовини X і рівняння згаданих реакцій.
2. При змішуванні водних розчинів двох речовин, взятих у еквівалентних кількостях, випало 1,25 г осаду, що являє собою сіль двохвалентного металу М. Осад відділили фільтруванням. При нагріванні до 1100°C сіль розкладається з утворенням 0,70 г твердого оксиду MO і газоподібного оксиду. При випарюванні фільтрату після відділення осаду

одержали 2,0 г сухого залишку, який при температурі розкладу 215°C дає два продукти: газоподібний оксид і 0,90 г водяної пари. Загальний об'єм парогазової суміші дорівнює 1,68 л (у перерахунку на нормальні умови). Визначте вихідні речовини і запишіть рівняння згаданих реакцій.

3. У так званих ізолюючих протигасах часто використовують здатність пероксиду натрію (Na_2O_2) та надпероксиду калію (KO_2) реагувати з вуглекислим газом з утворенням кисню. Запишіть рівняння відповідних реакцій та знайдіть склад суміші Na_2O_2 з KO_2 у відсотках за масою, яка заміняє вуглекислий газ на кисень без зміни тиску в системі.
4. Об'єм суміші водню, метану (CH_4) та кисню у результаті реакції між компонентами зменшився від 50 до 34 мл. Після пропускання продуктів реакції через розчин лугу об'єм зменшився ще на 5 мл (об'єми виміряні за однакових умов). Знайти склад вихідної суміші у відсотках за об'ємом. У яких випадках склад не може бути визначений однозначно?

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.

2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 6. Задачі на знаходження маси, об'єму, масової чи об'ємної частки компонентів суміші

Мета: Формувати у студентів практичні навички знаходження маси, об'єму, масової чи об'ємної частки компонентів суміші.

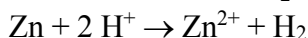
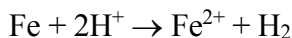
Семинарська частина

1. Масова частка речовини у суміші.
2. Об'ємна частка речовини у суміші.
3. Методика розв'язування задач з використанням системи двох рівнянь.
4. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. При розчиненні в кислоті 2,33 г суміші заліза і цинку одержано 896 мл водню. Скільки г кожного з металів містилося в суміші?

Розв'язок



$$\nu_1(\text{H}_2) = x; \quad \nu(\text{Fe}) = \nu_1(\text{H}_2) = x; \quad m(\text{Fe}) = 56x;$$

$$\nu_2(\text{H}_2) = y; \quad \nu(\text{Zn}) = \nu_2(\text{H}_2) = y; \quad m(\text{Zn}) = 65y;$$

$$\nu = \frac{V}{V_m}; \quad \nu(\text{H}_2) = \frac{0,896}{22,4} = 0,04$$

МОЛЬ

$$\begin{cases} x + y = 0,04 \\ 56x + 65y = 2,33 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 65x + 65y = 2,6 \\ 56x + 65y = 2,33 \end{cases}$$

$$9x = 0,27$$

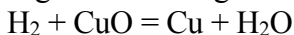
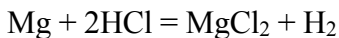
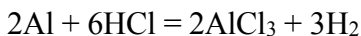
$$x = 0,03; \cdot y = 0,01$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,03 = 1,68 \text{ г}; m(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,01 = 0,65 \text{ г}$$

9

Задача 2. На суміш порошоків алюмінію і магнію масою 30 г подіяли надлишком соляної кислоти, а газ, що виділювався, пропустили при 400°C через трубку з CuO, а потім з P₂O₅. У результаті маса другої трубки збільшилась на 27 г. Визначте масову частку Алюмінію в суміші в % з точністю до цілих.

Розв'язок



$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{27}{18} = 1,5 \text{ моль} = v(\text{H}_2)$$

$$v_1(\text{H}_2) = x; v(\text{Al}) = \frac{2}{3} v_1(\text{H}_2) = \frac{2}{3} x; m(\text{Al}) = 27 \cdot \frac{2}{3} x = 18x;$$

$$v_2(\text{H}_2) = y; v(\text{Mg}) = v_2(\text{H}_2) = y; m(\text{Mg}) = 24y;$$

$$\begin{cases} x + y = 1,5 \\ 18x + 24y = 30 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 24x + 24y = 36 \\ 18x + 24y = 30 \end{cases}$$

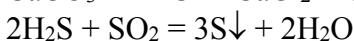
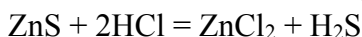
$$6x = 6$$

$$x = 1; y = 0,5$$

$$W(\text{Al}) = \frac{18 \cdot 1}{30} = 0,6 = 60\%$$

Задача 3. На суміш цинк сульфїду, натрій хлориду і кальцій карбонату масою 80 г подїяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому утворилася суміш газів об'ємом 13,44 л (н.у.). При взаємодїї цієї газової суміші з надлишком сульфур(IV) оксиду утворилася тверда речовина масою 19,2 р. Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.

Розв'язок



$$v(\text{S}) = \frac{19,2}{32} = 0,6 \text{ моль}, \quad v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{2}{3} v(\text{S}) = 0,6 \cdot \frac{2}{3} = 0,4 \text{ моль}.$$

$$v(\text{газової суміші}) = \frac{13,44}{22,4} = 0,6$$

$$v(\text{CO}_2) = 0,6 - 0,4 = 0,2$$

$$v(\text{ZnS}) = v(\text{H}_2\text{S}) = 0,4$$

$$m(\text{ZnS}) = 97 \cdot 0,4 = 38,8$$

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 0,2$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ г}$$

$$m(\text{NaCl}) = 80 - 38,8 - 20 = 21,2 \text{ г}$$

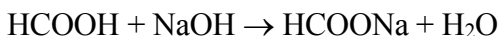
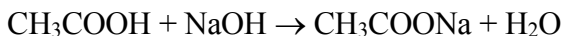
$$W(\text{ZnS}) = \frac{38,8}{80} = 0,485$$

$$W(\text{CaCO}_3) = \frac{20}{80} = 0,25$$

$$W(\text{NaCl}) = \frac{21,2}{80} = 0,265$$

Задача 4. Для нейтралізації суміші мурашиної та оцтової кислот масою 8,3 г витратили розчин з масовою часткою гідроксиду натрію 15% масою 40 г. Чому дорівнює масова частка оцтової кислоти в суміші кислот?

Розв'язок



$$v(\text{NaOH}) = \frac{40 \cdot 0,15}{40} = 0,15$$

$$\begin{cases} x + y = 0,15 \\ 60x + 46y = 8,3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 60x + 60y = 9 \\ 60x + 46y = 8,3 \end{cases}$$

$$14y = 0,7$$

$$y = 0,05; x = 0,1$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \cdot 60 = 6$$

$$W(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{6}{8,3} = 0,7229$$

Групова робота

1. До 300 мл 0,6 М розчину нітратної кислоти додали 200 мл 0,6 М розчину натрій карбонату. Визначити склад утворених продуктів та їх молярні концентрації в утвореному розчині (змінюючи об'єм розчину знехтувати).
2. У 100 г 20%-ного (за масою) водного розчину гідроксиду натрію обережно ввели x грам металічного натрію. У результаті реакції утворилося y г 40%-ного (за масою) розчину гідроксиду натрію.
 - а) Знайдіть значення x і y .
 - б) Обчисліть молярну концентрацію 40%-ного розчину гідроксиду натрію, якщо об'єм y грамів цього розчину в 7 разів менший об'єму 1 М розчину сірчаної кислоти, необхідної для його нейтралізації.

3. До 20 г 40%-го розчину натрій гідроксиду долили 53,9 г 40%-го розчину сульфатної кислоти. Визначити склад утворених продуктів та їх масові частки в новоутвореному розчині.
4. Для розчинення 14,4 г суміші магнію з магній оксидом витрачено 200 мл 4М розчину хлоридної кислоти. Визначте склад суміші.
5. Маємо суміш хлороводню і дейтерій хлориду. Масова частка хлору в суміші становить 94,075%. Визначити масову частку дейтерій хлориду в суміші.
6. Під час розчинення у хлоридній кислоті сплаву магнію з алюмінієм масою 50 г виділився водень об'ємом 48,25 л (н.у.). Визначте масові частки металів у сплаві.
7. У хлоридній кислоті розчинили 4,04 г суміші заліза і залізної окалини. Дією амоніаку на утворений розчин осадили ферум(II), гідроксид, який легко окиснюється киснем повітря до ферум(III) гідроксиду. Осад відфільтрували і прожарили, внаслідок чого утворилось 4,40 г ферум(III) оксиду. Визначити масовий склад взятої суміші.
8. При розчиненні в розчині лугу 2 г сплаву цинку з алюмінієм виділилось 1,904 дм³ водню (н.у.). Визначити масовий склад у відсотках взятого сплаву.
9. При розчиненні у воді 3,12 г суміші гідридів натрію і кальцію утворився розчин лугів, на нейтралізацію яких витрачено 70 см³ 2 н. розчину нітратної кислоти. Визначити масовий склад суміші гідридів.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

Умова: Вам видано суміш карбонатів натрію та калію масою 10 г. На цю суміш подіяти хлоридною кислотою до припинення виділення газу. Сухий залишок висушити і зважити. Визначити масові частки карбонатів у вихідній суміші.

Індивідуальна робота

1. Маємо суміш хлороводню і хлориду дейтерію. Масова частка Хлору в суміші становить 96,73%. Визначте масову частку хлориду дейтерію в суміші.
2. Суміш натрій карбонату і калій карбонату масою 7 г обробили сульфатною кислотою, взятою в надлишку. При цьому виділився газ об'ємом 1,344 л (н.у.) Визначити масові частки карбонатів у вихідній суміші.
3. Визначити масові частки речовин у розчині, що утворився внаслідок реакції між 70 мл 25% розчину натрій карбонату ($\rho=1,21$) і 30 мл 25% розчину хлоридної кислоти ($\rho=0,71$).
4. Газ, утворений на аноді при електролізі водного розчину калій хлориду, повністю прореагував з 750 мл 20%-ного розчину калій іодиду ($\rho=1,2$ г/мл) з виділенням іоду. Скільки грамів калій гідроксиду утворилося при електролізі?
5. При пропусканні через розчин NaOH вуглекислого газу (н.у.) утворилася суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 13,7 г. Для перетворення цих солей у NaCl потрібно 73 г 10%-ного HCl. Визначити об'єм вихідного вуглекислого газу.
6. При спалювання 20 л суміші метану й етану утворилось 24 л вуглекислого газу. Визначте об'ємні частки вуглеводнів у складі суміші.
7. Маємо суміш звичайної води і важкої. Визначити масову частку важкої води в суміші, якщо масова частка Оксигену в суміші дорівнює 86%.
8. Суміш гідроген хлориду і гідроген броміду масою 5,51 г розчинили у воді. На нейтралізацію добутого розчину витратили калій гідроксид масою 5,04 г. Визначити масові частки галогеноводнів у вихідній суміші.
9. До 200 г 4,9%-го розчину фосфатної кислоти додали 50 г 6,4%-го розчину їдкого натру. Визначте склад утворених продуктів реакції та їх масові частки в утвореному розчині.

10. Визначити об'єм озонованого кисню із вмістом 25% озону, потрібного для спалювання 90 дм^3 суміші оксиду вуглецю (11), і водню, густина за воднем дорівнює 11,1.
11. Суміш мідного та залізного купоросів масою 1,20 г розчинили у воді, а до розчину додали надлишок BaCl_2 . Випав осад масою 1,086 г. Визначити склад суміші купоросів.
12. На спалювання 500 м^3 суміші пропану і бутану витрачають 2725 м^3 кисню. Визначте об'ємні частки газів у пропаново-бутановій суміші.
13. Суміш сірководню та йодоводню об'ємом 1,792 л (н.у.) пропустили крізь надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому утворився осад масою 19,19 г. Визначте масові й об'ємні частки газів у вихідній суміші.
14. Масова частка Оксигену в олеумі становить 64,42%. Визначити масові частки речовин в олеумі.
15. До 200 мл 0,5 М розчину натрій карбонату додали 300 мл 0,4 М розчину нітратної кислоти. Визначити склад утворених продуктів та їх молярні концентрації в утвореному розчині (змінюючи об'єм розчину знехтувати).
16. Спалили 11,2 л (н.у.) пропан-бутанової суміші ($\text{DN}_2=26,2$). Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин їдкого натру, в результаті чого утворилося 1200 г розчину соди. Визначити об'ємний склад газової суміші.
17. При додаванні до 50 г води 2 г суміші натрію та натрій оксиду утворюється розчин з масовою часткою 5,4%. Визначити масову частку натрію в суміші.
18. До водного розчину, що містить 2,42 г алюміній сульфату та натрій сульфату добавили надлишок розчину барій хлориду. Маса утвореного осаду дорівнювала 4,66 г. Визначте масу алюміній сульфату і масу натрій сульфату в розчині.
19. Маємо суміш ферум(III) оксиду та залізної окалини. Визначити масові частки оксидів у суміші, якщо масова частка Оксигену в суміші дорівнює 29,21%.

20. Під час реакції з хлоридною кислотою сплаву магнію з алюмінієм масою 50 г виділився водень об'ємом 48,25 л (н.у.). Визначити масові частки металів у сплаві.
21. До 200 г 5,35%-го розчину натрій карбонату додали 300 г 3,36%-го розчину нітратної кислоти. Визначте склад утворених продуктів реакції та їх масові частки в утвореному розчині.
22. Спалили 5,6 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 26,2. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 600 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
23. 1,38 г суміші алюмінію і алюміній оксиду розчинили в розведений сульфатній кислоті, отримавши 5,7 г безводного сульфату. Визначте склад вихідної суміші.
24. Маємо суміш звичайної води і важкої. Визначити масову частку важкої води в суміші, якщо масова частка Оксигену в суміші дорівнює 86%.
25. Суміш гідроген хлориду і гідроген броміду масою 5,51 г розчинили у воді. На нейтралізацію добутого розчину витратили калій гідроксид масою 5,04 г. Визначити масові частки галогеноводнів у вихідній суміші.
26. До 200 г 4,9%-го розчину фосфатної кислоти додали 50 г 6,4%-го розчину їдкого натру. Визначте склад утворених продуктів реакції та їх масові частки в утвореному розчині.
27. Спалили 11,2 л (н.у.) пропан-бутанової суміші ($D_{H_2}=26,2$). Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин їдкого натру, в результаті чого утворилося 1200 г розчину соди. Визначити об'ємний склад газової суміші.
28. Для повного розчинення 7,42 г суміші залізної окалини з цинк оксидом потрібно 43,8 г 20%-ної HCl . Який об'єм водню може відновити цю суміш до металу?
29. При розчиненні у сульфатній кислоті суміші масою 10,48 г, що складалась з купрум(II) оксиду і цинк оксиду утворилась

- суміш масою 20,88 г, що складається купрум(II) сульфату і цинк сульфату. Визначте маси оксидів у вихідній суміші.
30. Суміш сірководню та йодоводню об'ємом 1,792 л (н.у.) пропустили крізь надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому утворився осад масою 19,19 г. Визначте масові й об'ємні частки газів у вихідній суміші.
 31. Масова частка Оксигену в олеумі становить 64,42%. Визначити масові частки речовин в олеумі.
 32. До 200 мл 0,5 М розчину натрій карбонату додали 300 мл 0,4 М розчину нітратної кислоти. Визначити склад утворених продуктів та їх молярні концентрації в утвореному розчині (змінюючи об'єм розчину знехтувати).
 33. Марганець добувають електролізом водного розчину манган(II) сульфату з інертними електродами. Визначте, яку масу марганцю добуто, якщо на аноді зібраний кисень об'ємом 16,8 л (н.у.). Врахуйте, що вихід кисню кількісний, а вихід металу становить 84%.
 34. На 2 г суміші, що складається з металічного заліза і оксидів феруму (II, III), подіяли хлоридною кислотою. При цьому виділилось 224 мл (н. у.) водню. При відновленні 2 г суміші воднем отримано 0,423 г води. Обчисли склад вихідної суміші.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. У результаті реакції між карбон(II) оксидом і киснем, що відбулася в суміші CO, CO₂ і O₂, густина за воднем суміші зросла від 17,40 до 19,33. Визначити склад вихідної і кінцевої газових сумішей, якщо суміш, що утворилася після реакції, не підтримує горіння.
2. Прожарювання зразку кальцій карбонату призвело до втрати маси на 29,33%. Наступне розчинення твердого залишку в соляній кислоті привело до виділення 0,56 л газу (н.у.). Визначте масу вихідного зразку кальцій карбонату.
3. Довжина зв'язку O–H у молекулі води дорівнює приблизно

0,1 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Об'єм сфери обчислюється по формулі $V = 4\pi R^3/3$. Вважаючи молекулу води сферою радіусом 0,1 нм, розрахуйте, яка частина об'єму води припадає на пустий простір. Густина води прийняти рівною одиниці.

4. При розчиненні водневої сполуки двовалентного металу в 500 мл води утворився розчин із масовою часткою розчиненої речовини 3,33%, а маса реакційної суміші зменшилася на 0,4 г. Визначте метал.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 7. Задачі на знаходження мольної частки компонентів суміші

Мета: Формувати у студентів практичні навички знаходження об'єму, чи мольної частки компонентів суміші.

Семінарська частина

1. Масова частка речовини у суміші.
2. Об'ємна частка речовини у суміші.
3. Методика розв'язування задач з використанням системи двох рівнянь.
4. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язків задач

Задача 1. Густина суміші озону і кисню за воднем дорівнює 18. Знайдіть об'ємні частки газів у суміші.

$$M_r(\text{суміші}) = 2 \cdot 18 = 36$$

Для газів $\chi = \varphi$

$$M_r(\text{суміші}) = \chi(\text{O}_3) M_r(\text{O}_3) + \chi(\text{O}_2) M_r(\text{O}_2)$$

Нехай $\chi(\text{O}_3) = x$, тоді $\chi(\text{O}_2) = 1 - x$

$$36 = 48x + 32(1 - x) = 48x + 32 - 32x$$

$$4 = 16x$$

$$x = \frac{4}{16} = 0,25$$

$$\chi(\text{O}_3) = 25\%; \quad \chi(\text{O}_2) = 75\%.$$

Задача 2. Суміш етену і пропену об'ємом 11,2 л має густину за воднем 16,8. До суміші додали такий же об'єм водню і пропустили її над платиновим каталізатором. Об'єм суміші на виході з реактора склав 17,92 л. Визначте склад початкової і кінцевої суміші газів (в % за об'ємом) і ступінь перетворення (в %), вважаючи, що вона однакова для обох алкенів. Всі об'єми зміряні при н.у.

Розв'язок

Визначимо склад початкової суміші. Нехай x – мольна частка етену.

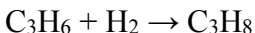
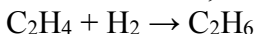
$$\text{Тоді } 28x + 42(1 - x) = 16,8 \cdot 2,$$

$$14x = 8,4$$

$$x = 0,6.$$

Всього суміш містить 0,5 моль газів. Тобто її склад 0,3 моль етену і 0,2 моль пропену.

Водню також 0,5 моль. Загальний об'єм 22,4 л.



За реакцією видно, що об'єм суміші зменшується на об'єм водню, який вступив у реакцію.

Кінцевий об'єм відповідає 0,8 моль (17,92 : 22,4). Значить, в реакцію вступило 0,2 моль водню. Це відповідає 40% його загальної кількості. Вуглеводнів також прореагувало в сумі 0,2 моль, що склало 40% їхньої загальної кількості.

Оскільки ступені перетворення алкенів за умовою однакові, то ступінь перетворення кожного з них складає 40%.

Визначимо склад кінцевої суміші.

$$\text{H}_2 - 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 - 0,3 \cdot 0,4 = 0,12 \text{ моль}$$

$$\text{C}_2\text{H}_4 - 0,3 \cdot 0,12 = 0,18 \text{ моль}$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 - 0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ моль.}$$

$$\text{C}_3\text{H}_6 - 0,2 \cdot 0,08 = 0,12 \text{ моль.}$$

Задача 3. Спалили 11,2 л (н.у.) пропан-бутанової суміші ($D_{\text{H}_2} = 26,2$). Утворений вуглекислий газ пропустили через надлишок розчину їдкого натру, в результаті чого утворилося 1200 г розчину соди. Визначити масову частку солі в утвореному розчині.

Розв'язок

$$v(\text{сум.}) = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{сум.}) = 26,2 \cdot 2 = 52,4$$

$$\chi(\text{C}_3\text{H}_8) = x$$

$$\chi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 1 - x$$

$$M_r = \chi(C_3H_8) \cdot M_r(C_3H_8) + \chi(C_4H_{10}) \cdot M_r(C_4H_{10})$$

$$52,4 = 44x + 58(1-x)$$

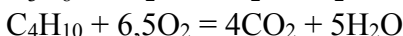
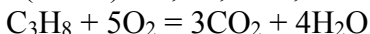
$$5,6 = 14x$$

$$x = \frac{5,6}{14} = 0,4 = \chi(C_3H_8)$$

$$\chi(C_4H_{10}) = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$v(C_3H_8) = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ моль}$$

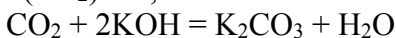
$$v(C_4H_{10}) = 0,6 \cdot 0,5 = 0,3 \text{ моль}$$



$$v_1(CO_2) = 3v(C_3H_8) = 0,6 \text{ моль}$$

$$v_2(CO_2) = 4v(C_4H_{10}) = 1,2 \text{ моль}$$

$$v(CO_2) = 1,8 \text{ моль}$$



$$v(K_2CO_3) = v(CO_2) = 1,8 \text{ моль}$$

$$m(K_2CO_3) = 1,8 \cdot 138 = 248,4 \text{ г}$$

$$W(K_2CO_3) = \frac{248,4}{1200} = 0,207, \text{ або } 20,7\%$$

Задача 4. У замкнутій посудині змішали водень, кисень і хлор. Густина отриманої газової суміші за азотом становить 0,4625. Відомо, що в суміші міститься в 14 раз більше водню, ніж хлору за об'ємом. Суміш газів зірвали і охолодили. Визначте масову частку кислоти в розчині, який виявили в посудині.

Розв'язок

$$\chi(Cl_2) = x; \chi(H_2) = 14x; \chi(O_2) = 1 - (x + 14x) = 1 - 15x$$

$$M_r(\text{суміші}) = 0,4625 \cdot 28 = 12,95$$

$$M_r(\text{суміші}) = \chi(Cl_2) \cdot M_r(Cl_2) + \chi(H_2) \cdot M_r(H_2) + \chi(O_2) \cdot M_r(O_2)$$

$$12,95 = 71x + 2 \cdot 14x + 32(1 - 15x)$$

$$381x = 19,05$$

$$x = 0,05 = \varphi(Cl_2), \text{ бо для газів } \chi = \varphi$$

$$\varphi(H_2) = 0,7; \varphi(O_2) = 0,25$$

Прийmemo об'єм газової суміші за 1 моль, тоді $v(\text{Cl}_2) = 0,05$ моль; $v(\text{H}_2) = 0,7$ моль; $v(\text{O}_2) = 0,25$ моль;

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ $v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{O}_2) = 0,5$ моль; $m(\text{H}_2\text{O}) = v \cdot M = 0,5 \cdot 18 = 9$ г

$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ $v(\text{HCl}) = 2v(\text{Cl}_2) = 0,1$ моль; $m(\text{HCl}) = v \cdot M = 0,1 \cdot 36,5 = 3,65$ г

$m(p\text{-ну}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) = 9 + 3,65 = 12,65$

$W(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(p\text{-ну})} = \frac{3,65}{12,65} = 0,29$ або 29%

Групова робота

1. Спалили 13,44 л (н.у.) етен-етанової суміші ($D_{\text{пов.}}=0,9$). Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин їдкого натру, в результаті чого утворилося 800 г розчину соди. Визначити об'ємний склад газової суміші.
2. Спалили 28 л (н.у.) етан-бутанової суміші, густина за киснем якої дорівнює 3. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 600 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
3. При пропусканні крізь водний розчин брому 29,12 л (н. у.) газової суміші, що складається з бутану, бутену і пентану, прореагувало 260 г 20%-ного розчину бром. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 13,7. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
4. При пропусканні через 8%-ний розчин бром у 5,6 л (н.у.) суміші метану, етану та етену, густина якої за воднем дорівнює 12,15, прореагувало 200 г розчину бром. Визначте об'ємний склад суміші газів.
5. Спалили 3,36 л (н.у.) бутан-пентанової суміші, густина за гелієм якої дорівнює 15,9. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 300 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.

6. При пропусканні крізь водний розчин бром у 29,12 л (н. у.) газової суміші, що складається з пропану, пропіну і пентану, прореагувало 208 г 20%-ного розчину бром у. Густина за азотом цієї суміші дорівнює 2,037. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
7. Відносна густина за киснем суміші трьох газів, що утворилися в результаті неповного термічного розкладу сульфур(VI) оксиду, дорівнює 1,95. Скільки відсотків речовини зазнало розкладу?

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

Умова: Вам видано суміш карбонатів натрію та калію масою 10 г. На цю суміш подіяти хлоридною кислотою до припинення виділення газу. Сухий залишок висушити і зважити. Визначити масові частки карбонатів у вихідній суміші.

Індивідуальна робота

1. Спалили 29,12 л (н.у.) етан-пропанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 21,3. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 600 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
2. При пропусканні крізь водний розчин бром у 33,6 л (н. у.) газової суміші, що складається з бутану, бутену і пентану, прореагувало 120 г бром у. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 30,6. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
3. Спалили 7,84 л (н.у.) метан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 20,18. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 600 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.

4. При пропусканні через 8%-ний розчин бромю 11,2 л (н.у.) суміші пропану, бутану та бутену-2, густина якої за гелієм дорівнює 12,9, прореагувало 400 г розчину бромю. Визначити об'ємний склад (%) газової суміші.
5. Визначити молярну масу суміші, якщо в її складі: 25 г NO_2 , 30 г CO_2 , 60 г O_2 .
6. Визначити об'єми за н.у. етану і пропану в 150 г суміші з молярною масою 40 г / моль.
7. На нейтралізацію 69 г олеуму пішло 149 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою 40% ($\rho=1,41$ г/мл). Знайдіть кількість речовини сульфур(IV) оксиду, що припадає на 1 моль сульфатної кислоти в олеумі.
8. Спалили 4,48 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 25,85. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 500 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
9. При пропусканні крізь водний розчин бромю 28 л (н. у.) газової суміші, що складається з бутану, бутену і пентану, прореагувало 80 г бромю. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 45,5. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
10. Спалили 49,28 л (н.у.) метан-етенної суміші, густина за гелієм дорівнює 5,5. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 500 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
11. Визначити молярну масу суміші, якщо в її складі: 56 мл CO , 112 мл H_2 , 4,48 л N_2 (н.у.).
12. Який об'єм кисню і повітря (н.у.) знадобиться для спалювання 56 л суміші CO і H_2 з D за $\text{H}_2 = 10$. Об'ємна частка кисню в повітрі дорівнює 21%.
13. Спалили 8,96 л (н.у.) етан-пропанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 37. Утворений вуглекислий газ

- пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 200 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
14. При пропусканні крізь водний розчин брому 56 л (н. у.) газової суміші, що складається з метану, етану й етену, прореагувало 240 г брому. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 12,3. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
 15. При пропусканні крізь водний розчин брому 7,84 л (н. у.) газової суміші, що складається з етену, пропану і бутану, прореагувало 11,2 г брому. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 23,9. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
 16. Суміш етану та пропену із середньою молекулярною масою 32 піддали неповному гідруванню, після чого її густина за воднем становила 18. Знайдіть об'ємну частку етилену, що прореагував.
 17. Визначити молярну масу суміші, якщо в її складі: 30% за масою CO і 70% CO₂.
 18. Який об'єм кисню і повітря (н.у.) знадобиться для спалювання 150 г суміші ацетилену і етилену з D за повітрям = 1. Об'ємна частка кисню в повітрі дорівнює 21%.
 19. Спалили 56 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 26,2. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 800 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
 20. При пропусканні крізь водний розчин брому 16,8 л (н. у.) газової суміші, що складається з метану, етану й етену, прореагувало 42 г брому. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 12,9. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
 21. Спалили 2,24 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 26,2. Утворений вуглекислий газ

- пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 200 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
22. При пропусканні через 6%-ний розчин брому 8,96 л (н.у.) суміші метану, пропану та бут-1-ену, густина якої за воднем дорівнює 20,3, прореагувало 320 г розчину брому. Визначте об'ємний склад (%) суміші газів.
 23. Визначити молярну масу суміші, якщо в її складі азот і кисень в мольному співвідношенні 2: 5.
 24. Який об'єм водню може приєднати 56 л суміші пропену і пропіну з D за $H_2 = 21,5$?
 25. Спалили 67,2 л (н.у.) етан-пропанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 20,11. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 1200 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
 26. При пропусканні крізь водний розчин брому 56 л (н. у.) газової суміші, що складається з метану, етану й етену, прореагувало 240 г брому. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 12,3. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
 27. У результаті реакції між карбон(II) оксидом і киснем, що відбулася в суміші CO , CO_2 і O_2 , густина за воднем суміші зросла від 17,40 до 19,33. Визначити склад вихідної і кінцевої газових сумішей, якщо суміш, що утворилася після реакції, не підтримує горіння.
 28. Спалили 13,44 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина якої за киснем дорівнює 1,625. Продукти горіння пропустили через розчин із надлишком їдкого натру, в результаті чого утворилося 500 г розчину. Визначити масову частку карбонату натрію в утвореному розчині.
 29. Визначити масову і об'ємну частку важчого газу в суміші CO і NO з відносною щільністю за воднем 14,5.

30. Який об'єм водню може приєднати 50 г суміші етену і пропену з густиною рівною густині кисню.
31. Спалили 5,6 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина якої за повітрям дорівнює 1,71. Продукти горіння пропустили через розчин із надлишком їдкого натру, в результаті чого утворилося 500 г розчину. Визначити масову частку карбонату натрію в утвореному розчині.
32. Спалили 28 л (н.у.) пропан-бутанової суміші, густина за воднем якої дорівнює 28,65. Утворений вуглекислий газ пропустили через розчин надлишку їдкого натру, в результаті чого утворилося 500 г розчину. Визначте масову частку соди в утвореному розчині.
33. При пропусканні крізь водний розчин брому 39,2 л (н. у.) газової суміші, що складається з метану, етану й етену, прореагувало 70 г брому. Густина за воднем цієї суміші дорівнює 10,55. Визначити об'ємний склад у відсотках цієї суміші.
34. При пропусканні через 5%-ний розчин брому 28 л (н.у.) суміші етану, пропану та бут-1-ену, густина якої за воднем дорівнює 18,3, прореагувало 800 г розчину брому. Визначте об'ємний склад (%) суміші газів.
35. Визначити масову і об'ємну частку більш важкого газу в суміші азоту й амоніаку, 1 л якої за н.у. важить 1 г.
36. Густина за воднем газової суміші, що складається з етену і парів води, дорівнює 11. Після пропускання цієї суміші через контактний апарат для синтезу етанолу її густина за воднем стала рівною 15. Визначте об'ємну частку парів етанолу в реакційній суміші та відсоток перетворення етену в етанол.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Скільки молекул метилового спирту (CH_3OH) і води міститься в 100 мл 12%-вого водного розчину метилового спирту, густина якого $0,98 \text{ г/см}^3$?
2. Хімічний елемент **X** широко застосовується в металургії, літакобудуванні та інших галузях промисловості. Найважливіші руди цього елемента містять його вищий солетворний оксид. Хлорид, у якому елемент проявляє валентність відповідно до його місця в періодичній системі, містить 74,74% хлору. Який це елемент?
3. У атмосфері кисню спалили 6 г деякої речовини **Y**. Одержану при згорянні речовину кількісно поглинули 38,57 мл 37%-вого розчину їдкого натру ($\rho = 1,40$). Масова частка лугу в утвореному розчині зменшилася у 2 рази в порівнянні з початковою, причому, утворений розчин може хімічно зв'язати 11,2 л вуглекислого газу (умови нормальні). Яку речовину спалили?
4. При 100°C у 100 г води розчиняється 347 г натрій гідроксиду.
 - а). Яка масова частка NaOH в отриманому розчині?
 - б). Яка мольна частка NaOH в отриманому розчині?
 - в). Скільки молекул води припадає на 1 атом (точніше, йон) натрію в отриманому розчині?

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика рішення задач по хімії. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.

4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 8. Задачі за термохімічними рівняннями реакцій

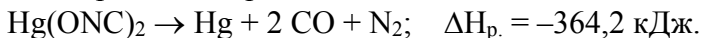
Мета: закріпити знання про тепловий ефект хімічних реакцій; продовжити формувати вміння складати термохімічні рівняння реакцій; навчити студентів розв'язувати задачі за термохімічними рівняннями; удосконалювати навички розв'язування розрахункових задач.

Семінарська частина

1. Які рівняння хімічних реакцій називаються термохімічними?
2. Що таке тепловий ефект хімічної реакції?
3. Які реакції називаються екзотермічними?
4. Які реакції називаються ендотермічними?

Зразки розв'язків

Задача 1. Розклад гримучої ртуті відбувається з вибухом за таким рівнянням реакції:



Визначте кількість теплоти, яка виділиться при вибухові 1,539 кг $\text{Hg}(\text{ONC})_2$.

Розв'язок

$$v = \frac{m}{M} n$$

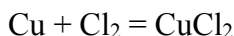
$$v(\text{Hg}(\text{ONC})_2) = \frac{1539\text{г}}{285\text{г/моль}} = 5,4 \text{ моль}$$

З 1 моль $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ виділяється 364,2 кДж теплоти, отже, при розкладі 5,4 моль гримучої ртуті виділиться теплоти:

$$5,4 \cdot 364,2 = 1966,68 \text{ кДж}$$

Задача 2. При утворенні 8,10 г купрум(II) хлориду виділяється 13,4 кДж тепла. Запишіть термохімічне рівняння утворення купрум(II) хлориду з простих речовин.

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{CuCl}_2) = \frac{8,10\text{г}}{135\text{г/моль}} = 0,06 \text{ моль}$$

Щоб записати термохімічне рівняння, необхідно визначити кількість теплоти, яка виділиться при утворенні 1 моль купрум(II) хлориду:

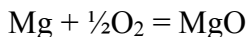
0,06 моль CuCl_2 виділяється 13,4 кДж тепла

1 моль — x

$$x = \frac{13,4\text{кДж}}{0,06\text{моль}} = 223,33 \text{ кДж/моль}$$



Задача 3. Обчисліть тепловий ефект реакцій горіння магнію, якщо при згорянні 0,04 моль магнію виділяється 25,6 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння.

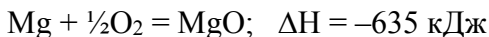


Для визначення теплового ефекту горіння магнію необхідно визначити кількість теплоти, яка виділяється при згорянні 1 моль магнію.

При згорянні 0,04 моль Mg виділяється 25,6 кДж теплоти

При згорянні 1 моль Mg виділяється x кДж теплоти

$$x = \frac{25,6}{0,04} = 635 \text{ кДж}$$



Задача 4. За термохімічним рівнянням реакції $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$; $\Delta H = -1118$ кДж обчисліть масу заліза, що згоріла, якщо при цьому виділилося 559 кДж теплоти.

За рівнянням реакції при спалюванні 3 моль заліза виділяється 1118 кДж теплоти.

x моль заліза виділиться 559 кДж теплоти.

$$x = \frac{3 \cdot 559}{1118} = 1,5 \text{ моль}$$

$$m = \nu \cdot M$$

$$m(\text{Fe}) = 1,5 \text{ моль} \cdot 56 = 84 \text{ г}$$

Задача 5. Визначити кількість теплоти, яка утвориться при спалюванні 515 г суміші ацетону і метанолу, густина за воднем якої дорівнює 25,75, якщо при спалюванні 1 моль ацетону виділяється 1821,7 кДж теплоти, а 1 моль метанолу – 726,3 кДж теплоти.

Розв'язок

Визначимо відносну молекулярну масу суміші.

$$M_r = D \cdot M_r(\text{H}_2)$$

$$M_r(\text{суміші}) = 25,75 \cdot 2 = 51,5$$

Прийmemo, що мольна частка (χ) ацетону в суміші дорівнює x, тоді мольна частка метанолу становитиме $(1 - x)$

$$M_r(\text{суміші}) = \chi_1 \cdot M_{r1} + \chi_2 \cdot M_{r2}$$

$$51,5 = 58x + 32(1 - x)$$

$$51,5 = 58x + 32 - 32x$$

$$19,5 = 26x$$

$$x = 0,75$$

$$\chi(\text{ацетону}) = 0,75$$

$$\chi(\text{метанолу}) = 0,25$$

Знаючи масу та відносну молекулярну масу суміші, знайдемо кількість речовини суміші.

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{сум.}) = \frac{515}{51,5} = 101 \text{ моль}$$

Знайдемо кількості речовини ацетону та метанолу в суміші.

$$\chi = \frac{v(\text{чист.р-ни})}{v(\text{суміші})}$$

$$v(\text{чист.р-ни}) = \chi \cdot v(\text{суміші})$$

$$v(\text{ацетону}) = 0,75 \cdot 10 \text{ моль} = 7,5 \text{ моль}$$

$$v(\text{метанолу}) = 0,25 \cdot 10 = 2,5 \text{ моль}$$

При спалюванні 7,5 моль ацетону виділиться теплоти:

$$7,5 \cdot 1821,7 \text{ кДж} = 13662,75 \text{ кДж}$$

При спалюванні 2,5 моль ацетону виділиться теплоти:

$$2,5 \cdot 726,3 \text{ кДж} = 1815,75 \text{ кДж}$$

Отже, при спалюванні 515 г суміші виділиться теплоти:

$$13662,75 \text{ кДж} + 1815,75 \text{ кДж} = 15478,5 \text{ кДж}$$

Групова робота

1. Термохімічне рівняння реакції горіння сірки $S + O_2 = SO_2$, $\Delta H = - 293,76 \text{ кДж}$. Яка кількість теплоти виділиться від горіння 2 г сірки.
2. За термохімічним рівнянням $Mg + 1/2O_2 = 2MgO$, $\Delta H = - 616 \text{ кДж}$ обчисліть, скільки теплоти виділиться під час спалювання 1,52 г магнію.

3. При сполученні 2,1 г заліза з сіркою виділилося 3,77 кДж тепла. Запишіть термохімічне рівняння реакції.
4. На розклад гідраргірум(II) оксиду масою 8,68 г витратили 3,64 кДж теплоти. Запишіть термохімічне рівняння реакції.
5. За термохімічним рівнянням $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{KNO}_2 + \text{NO}_2 + 1/2\text{O}_2$, $\Delta H = +255$ кДж, обчисліть кількість теплоти, яка поглинеться при одержанні кисню об'ємом 6,72 л (н.у.).
6. За термохімічним рівнянням $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$, $\Delta H = +92$ кДж, обчисліть кількість теплоти, необхідну для розкладу 5 моль амоніаку. Обчисліть кількість теплоти утворення 1 моль амоніаку.
7. При дії води на сульфур(VI) оксид масою 40 г, що містить 20% домішок, виділилося 272,8 кДж теплоти. Визначте тепловий ефект реакції та запишіть термохімічне рівняння реакції.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

У пропонованих Вам трьох пронумерованих пробірках містяться розчини солей, які можуть бути утворені катіонами натрію, магнію чи алюмінію та аніонами хлоридної, сульфатної чи ортофосфатної кислот. Відомо, що в кожній пробірці знаходиться розчин тільки однієї речовини (концентрація складає 0,1 моль/л).

Виходячи з вище зазначеного:

1. Обґрунтуйте, які речовини не можуть знаходитись у пробірках? Яка сіль обов'язково повинна міститись в одній з пробірок?
2. Запропонуйте план експерименту, за допомогою якого, користуючись лише виданими Вам реактивами (розчини барій хлориду, аргентум(I)нітрату та натрій гідроксиду), можливо встановити вміст кожної пробірки.
3. Експериментально визначте, яка сіль знаходиться в кожній з пронумерованих пробірок. Напишіть

молекулярні та іонно-молекулярні рівняння проведених хімічних реакцій.

Індивідуальна робота

1. Дано термохімічне рівняння реакції горіння карбон(II) оксиду: $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta\text{H} = -566$ кДж. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при спалюванні 4 моль карбон(II) оксиду
2. За певних умов вуглець масою 120 г окиснюють до карбон(II) оксиду. При цьому виділяється 1105 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції.
3. Дано термохімічне рівняння реакції: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, $\Delta\text{H} = -566$ кДж. Обчисліть об'єм карбон(II) оксиду (н.у.), що його треба спалити, аби одержати кількість теплоти, достатньої для розкладу вапняку масою 1000 кг за рівнянням реакції: $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta\text{H} = +180$ кДж.
4. При відновленні вуглецем купрум(II) оксиду масою 7,95 г поглинаються 5,15 кДж теплоти. Обчисліть кількість теплоти, необхідної для добування таким чином 100 г металічної міді.
5. За наведеним термохімічним рівнянням добування амоніаку $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$, $\Delta\text{H} = -92$ кДж. обчисліть: а) кількість теплоти, що виділяється під час утворення 5 моль аміаку; б) об'єм водню (н.у.), що прореагував, якщо під час реакції виділилось 607,2 кДж теплоти.
6. Напишіть термохімічне рівняння розкладання гідроген пероксиду: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$, коли відомо, що під час розкладання 20,4 г H_2O_2 виділилось 30,42 кДж.
7. Дано термохімічне рівняння горіння вуглецю: $\text{C}(\text{т}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta\text{H} = -394$ кДж. Обчисліть об'єм вуглекислого газу (н.у.), що утворився під час реакції, якщо виділилося 985 кДж теплоти.
8. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при горінні сірки масою 64 г, якщо тепловий ефект реакції становить 310 кДж.

9. Дано термохімічне рівняння реакції горіння карбон(II) оксиду: $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = -566$ кДж. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при спалюванні 4 моль карбон(II) оксиду
10. За певних умов вуглець масою 120 г окиснюють до карбон(II) оксиду. При цьому виділяється 1105 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції.
11. Дано термохімічне рівняння реакції: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, $\Delta H = -566$ кДж. Обчисліть об'єм карбон(II) оксиду (н.у.), що його треба спалити, аби одержати кількість теплоти, достатньої для розкладу вапняку масою 1000 кг за рівнянням реакції: $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = +180$ кДж.
12. При відновленні вуглецем купрум(II) оксиду масою 7,95 г поглинаються 5,15 кДж теплоти. Обчисліть кількість теплоти, необхідної для добування таким чином 100 г металічної міді.
13. За наведеним термохімічним рівнянням добування амоніаку $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$, $\Delta H = -92$ кДж. обчисліть: а) кількість теплоти, що виділяється під час утворення 5 моль аміаку; б) об'єм водню (н.у.), що прореагував, якщо під час реакції виділилось 607,2 кДж теплоти.
14. Напишіть термохімічне рівняння розкладання гідроген пероксиду: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$, коли відомо, що під час розкладання 20,4 г H_2O_2 виділилось 30,42 кДж.
15. Дано термохімічне рівняння горіння вуглецю: $\text{C}(\text{т}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta H = -394$ кДж. Обчисліть об'єм вуглекислого газу (н.у.), що утворився під час реакції, якщо виділилося 985 кДж теплоти.
16. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при горінні сірки масою 64 г, якщо тепловий ефект реакції становить 310 кДж.
17. Дано термохімічне рівняння реакції горіння карбон(II) оксиду: $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = -566$ кДж. Обчисліть

- кількість теплоти, що виділиться при спалюванні 4 моль карбон(II) оксиду
18. За певних умов вуглець масою 120 г окиснюють до карбон(II) оксиду. При цьому виділяється 1105 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції.
 19. Дано термохімічне рівняння реакції: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, $\Delta H = -566$ кДж. Обчисліть об'єм карбон(II) оксиду (н.у.), що його треба спалити, аби одержати кількість теплоти, достатньої для розкладу вапняку масою 1000 кг за рівнянням реакції: $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$, $\Delta H = +180$ кДж.
 20. При відновленні вуглецем купрум(II) оксиду масою 7,95 г поглинаються 5,15 кДж теплоти. Обчисліть кількість теплоти, необхідної для добування таким чином 100 г металічної міді.
 21. За наведеним термохімічним рівнянням добування амоніаку $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$, $\Delta H = -92$ кДж. обчисліть: а) кількість теплоти, що виділяється під час утворення 5 моль аміаку; б) об'єм водню (н.у.), що прореагував, якщо під час реакції виділилось 607,2 кДж теплоти.
 22. Напишіть термохімічне рівняння розкладання гідроген пероксиду: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$, коли відомо, що під час розкладання 20,4 г H_2O_2 виділилось 30,42 кДж.
 23. Дано термохімічне рівняння горіння вуглецю: $\text{C}(\text{т}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta H = -394$ кДж. Обчисліть об'єм вуглекислого газу (н.у.), що утворився під час реакції, якщо виділилося 985 кДж теплоти.
 24. Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при горінні сірки масою 64 г, якщо тепловий ефект реакції становить 310 кДж.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Суміш (2,72 г) двох нерозчинних солей кальцію обробили концентрованою H_2SO_4 і одержали 5,16 г білих кристалів А та

бінарний газ Б (густина 4,643 г/л н.у.)

а Визначте формулу Б, якщо у нього тетраедрична молекула, а центральний атом – елемент другий за поширеністю у земній кулі.

б Розшифруйте А, якщо при прожарюванні (300 °С) втрачається 20,93 % маси.

в Напишіть рівняння реакції.

г Визначте маси солей у вихідній суміші.

2. Юний хімік знайшов у кабінеті хімії старий зошит. В ньому він прочитав: " 1) при сильному нагріванні біла магnezія перетворюється на палену магnezію, при чому її маса майже у 2 рази менше взятої білої магnezії; 2) при обробці білої магnezії H_2SO_4 відбувається сильне закипання і утворюється "епсомська сіль"; 3) палена магnezія з H_2SO_4 дає ту ж саму сіль, але без закипання; 4) якщо на епсомську сіль подіяти поташем, то випадає осад (який?), а з розчину випаровуванням можна виділити купоросний камінь; 5) при дії H_2SO_4 на поташ відбувається закипання і утворюється купоросний камінь; 6) KOH з H_2SO_4 також дає купоросний камінь, але без закипання". Юний хімік розшифрував ці перетворення. Напишіть і Ви ці рівняння відповідних реакцій, назвіть всі згадані у задачі речовини та вкажіть, до яких класів вони належать.

3. Червоний фторид MeF_{a+1} при дії надлишку H_2O утворює бурий осад MeO_a (0,522 г) та розчинний фторид MeF_a (0,558 г).

1. Розшифруйте метал Me.

2. Напишіть рівняння реакції MeF_{a+1} з водою, вкажіть до якого типу вона відноситься.

3. Наведіть приклади реакцій, в яких MeO_a є окисником або відновником.

4. У 1776 році Прістлі добув газ X за такою методикою: спочатку білі кристали речовини А сушать при 105°C, потім змішують з однаковою кількістю піску й нагрівають до 200-225°C, але не вище 280°C. Після цього отримують газ X густиною 1,97 г/л. Газ X використовують в анестезії і як

слабкий інгаляційний агент при лікуванні зубів, тощо.

1. Визначте газ X.
2. Розшифруйте методику добування X. Наведіть рівняння реакцій.
3. Яка тривіальна назва A. Де використовується ця речовина?
4. Чому суміш A з піском не можна нагрівати вище 280°C ?
5. До розчину ZnCl_2 (500г; 5,44 мас.%) додали 300 мл розчину NaOH , гетерогенну суміш у склянці перемішали і відокремили осад, при прожарюванні якого утворилася бінарна сполука (8,1 г).
 1. Напишіть рівняння реакцій ZnCl_2 з NaOH у йонній формі.
 2. Визначте можливу молярну концентрацію лугу.
 3. Розрахуйте об'єм 0,1 моль/л розчину HCl потрібний для переводу вмісту маточного розчину у ZnCl_2 .
6. Після термічного розкладу карбонату Феруму (II) в атмосфері азоту, що містив домішки повітря, добуто речовину чорного кольору. За результатами її хімічного аналізу виведено формулу речовини – $\text{Fe}_{0,95}\text{O}$.
 1. Поясніть результати досліду. Як, на Вашу думку, розкладатиметься карбонат Феруму (II) при нагріванні на повітрі? Напишіть відповідні рівняння.
 2. Розрахуйте мольні (атомні) частки Феруму у кожному із ступенів окиснення в речовині $\text{Fe}_{0,95}\text{O}$.
 3. Обчисліть маси солей, що утворяться при реакції 1 г цієї речовини з хлоридною кислотою, що взята в надлишку.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика рішення задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.

4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 9. Задачі на хімічну кінетику

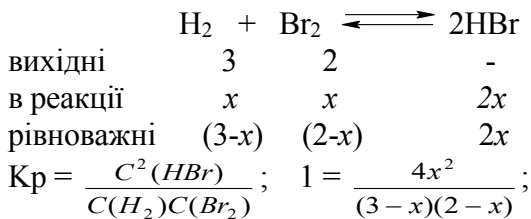
Мета: сформувати у студентів уміння розв’язувати розрахункові задачі на хімічну кінетику, які передбачені шкільною програмою, так і задачі хімічних олімпіад.

Семінарська частина

1. Обчислення константи рівноваги хімічної реакції.
2. Задачі на визначення вихідних концентрацій реагуючих речовин.
3. Задачі на визначення рівноважних концентрацій реагуючих речовин.
4. Задачі на визначення швидкості хімічної реакції.
5. Задачі на основі принципу Ле-Шател’є.
6. Ускладнені задачі.

Зразки розв’язків задач

Задача 1. Для реакції $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{г})$ константа рівноваги при деякій температурі дорівнює одиниці. Визначити склад рівноважної реакційної суміші (в % за об’ємом), якщо вихідна суміш містила 2 моль Br_2 і 3 моль H_2 .



$$4x^2 = 6 - 3x - 2x + x^2;$$

$$3x^2 + 5x - 6 = 0$$

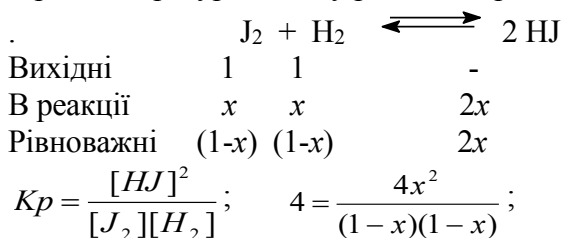
$$x = \frac{-5 \pm \sqrt{25 + 4 \cdot 3 \cdot 6}}{6} = \frac{-5 \pm 9,85}{6};$$

Можливе одне значення: $x = 0,8$

Рівноважна суміш: $C(\text{H}_2) = 2,2$; $C(\text{Br}_2) = 1,2$; $C(\text{HBr}) = 1,6$

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{2,2}{5} = 0,44; \quad \varphi(\text{Br}_2) = \frac{1,2}{5} = 0,24; \quad \varphi(\text{HBr}) = \frac{1,6}{5} = 0,32$$

Задача 2. Чому рівна масова частка йоду і водню, що перетворюються в гідроген йодид, якщо вони взяті в реакцію кількістю речовини один моль кожен, а константа рівноваги при температурі досліду рівна чотирьом.



$$4x^2 = 4(1 - 2x + x^2)$$

$$4x^2 = 4 - 8x + 4x^2$$

$$8x = 4$$

$$x = 0,5$$

$W(\text{J}_2) = 50\%$; $W(\text{H}_2) = 50\%$

Задача 3. Константа рівноваги реакції $\text{H}_2\text{O} + \text{D}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HDO}$ дорівнює 3,3 при 25°C. Масові частки H і D в природному

водні складають відповідно 99,985% і 0,015%. Обчисліть масові частки H_2O , D_2O і HDO у природній воді.

Розв'язок:

Прийmemo: $m(\text{водню}) = 100 \text{ г}$,

тоді $m(H) = 99,985 \text{ г}$; $\nu(H) = 99,985 \text{ моль}$; $\nu(H_2O) = \frac{1}{2} \nu(H) =$

$49,9925 \text{ моль}$

$m(D) = 0,015 \text{ г}$; $\nu(D) = 0,0075 \text{ моль}$; $\nu(D_2O) = 0,00375 \text{ моль}$

	H_2O	+	D_2O	\rightleftharpoons	$2HDO$
вихідні	49,9925		0,00375		
в реакції	x		x		2x
рівноважні	49,9925 - x		0,00375 - x		2x

$$K_c = \frac{C^2(HDO)}{C(H_2O) \cdot C(D_2O)}$$

$$3,3 = \frac{4x^2}{(49,9925 - x)(0,00375 - x)}$$

$$4x^2 = 3,3(0,187471875 - 49,99625x + x^2)$$

$$0,7x^2 + 164,987625x - 0,6186571875 = 0$$

$$x = \frac{-164,987625 \pm \sqrt{27220,9164031 + 1,732240125}}{1,4} = \frac{-164,987625 \pm 164,992874522}{1,4}$$

$$x = 0,00374965857$$

$$m(H_2O) = 899,7975$$

$$m(D_2O) = 6,8 \cdot 10^{-6}$$

$$m(HDO) = 0,142487$$

$$W(H_2O) = 99,98\%$$

$$m(D_2O) = 7,6 \cdot 10^{-7}\%$$

$$m(HDO) = 0,016\%$$

Групова робота

1. Рівновага реакції $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ установилась при таких концентраціях речовин (моль/л): $C(\text{N}_2) = 0,01$; $C(\text{H}_2) = 2,0$; $C(\text{NH}_3) = 0,4$. Обчисліть константу рівноваги та вихідні концентрації азоту і водню.
2. Обчисліть рівноважні концентрації речовин, які беруть участь у реакції $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, якщо вихідні концентрації речовин становили (моль/л): $C(\text{CO}) = 0,1$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 0,4$ моль/л, а константа рівноваги реакції при даній температурі дорівнює 1.
3. У системі $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(г)}$ рівноважні концентрації речовин $C(\text{Cl}_2)_p = 0,3$ моль/л, $C(\text{CO})_p = 0,2$ моль/л і $C(\text{COCl}_2)_p = 1,2$ моль/л. Обчислити константу рівноваги і початкові концентрації Cl_2 і CO .
4. Реакція між речовинами А і В описується рівняннями $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C}$. Початкові (вихідні) концентрації становлять: $C(\text{A}) = 0,3$ моль/л; $C(\text{B}) = 0,5$ моль/л. Константа швидкості реакції дорівнює 0,4. Обчислити початкову швидкість реакції і швидкість на момент, коли концентрація речовини А зменшиться на 0,1 моль/л.
5. Реакція відбувається за рівнянням $\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(г)}$. Концентрації вихідних речовин: $C(\text{N}_2) = 0,049$ моль/л; $C(\text{O}_2) = 0,01$ моль/л. Обчислити концентрації цих речовин на момент, коли $C(\text{NO}) = 0,005$ моль/л.
6. Реакція відбувається за рівнянням $\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$. Концентрації речовин, які беруть участь в реакції, склали: $C(\text{N}_2) = 0,80$ моль/л; $C(\text{H}_2) = 1,5$ моль/л; $C(\text{NH}_3) = 0,10$ моль/л. Обчислити концентрації водню і аміаку, коли $C(\text{N}_2) = 0,5$ моль/л.
7. Реакція перебігає за рівнянням $\text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(г)}$. Константа швидкості цієї реакції за певної температури дорівнює 0,16. Початкові концентрації реагуючих речовин: $C(\text{H}_2) = 0,04$ моль/л; $C(\text{I}_2) = 0,05$ моль/л. Обчислити початкову швидкість реакції і її швидкість, коли $C(\text{H}_2) = 0,03$ моль/л.

8. Константа швидкості реакції розкладу N_2O , яка перебігає за рівнянням $2\text{N}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons 2\text{N}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)}$, дорівнює $5 \cdot 10^{-4}$. Початкова концентрація $C(\text{N}_2\text{O}) = 6$ моль/л. Обчислити початкову швидкість реакції і її швидкість, коли розкладеться 50% N_2O .
9. Синтез фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ провели у посудині об'ємом 10 л при 600 К. Рівноважна суміш газів містить 56 г CO , 71 г Cl_2 і 198 г COCl_2 . Визначте вихідні концентрації (моль/л) CO і Cl_2 . Обчисліть константу рівноваги K_C . Визначте вихід COCl_2 в об'ємних процентах.
10. У гомогенній системі $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ рівноважні концентрації реагуючих газів складають: $C(\text{A}) = 0,06$ моль/л; $C(\text{B}) = 0,12$ моль/л. Обчислити константу рівноваги системи і початкові концентрації речовин A і B .
11. У гомогенній газовій системі $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ рівновага настає за концентрацій: $C(\text{B}) = 0,05$ моль/л і $C(\text{C}) = 0,02$ моль/л. Константа рівноваги системи дорівнює 0,04. Обчислити початкові концентрації речовин A і B .
12. У скільки разів зміниться швидкість реакції $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}$, якщо концентрацію речовини A збільшити вдвічі, а концентрацію речовини B зменшити вдвічі?
13. Обчислити константу рівноваги для гомогенної системи $\text{CO}_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)}$, якщо на момент рівноваги концентрації реагуючих речовин склали: $C(\text{CO}) = 0,004$ моль/л; $C(\text{H}_2\text{O}) = 0,064$ моль/л; $C(\text{CO}_2) = 0,016$ моль/л, $C(\text{H}_2) = 0,016$ моль/л. Чому дорівнюють початкові концентрації води і CO ?
14. Дві реакції перебігають за 25 °С з однаковою швидкістю. Температурний коефіцієнт швидкості першої реакції дорівнює 2,0, а другої – 2,5. Обчислити відношення швидкостей цих реакцій за 95 °С.
15. Константа рівноваги гомогенної системи: $\text{CO}_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)}$, за певної температури дорівнює 1,0. Обчислити концентрації усіх реагуючих речовин на момент рівноваги,

якщо початкові концентрації становили: $C(\text{CO}) = 0,1$ моль/л;
 $C(\text{H}_2\text{O}) = 0,4$ моль/л.

16. У замкнутій посудині відбувається реакція: $\text{AB}_{(г)} = \text{A}_{(г)} + \text{B}_{(г)}$. Константа рівноваги реакції дорівнює 0,4, а рівноважна концентрація речовини В складає 0,9 моль/л. Знайти початкову концентрацію речовини АВ. Скільки відсотків речовини АВ розклалося?
16. У скільки разів зміниться швидкість прямої та зворотної реакції в системі $2\text{SO}_2(г) + \text{O}_2(г) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(г)$, якщо об'єм газової суміші зменшиться в три рази? В який бік зміститься рівновага системи? Докажіть математично.
17. Константа рівноваги гомогенної системи $\text{CO}(г) + \text{H}_2\text{O}(г) \rightleftharpoons \text{CO}_2(г) + \text{H}_2(г)$ при 850°C дорівнює 1. Обчислити концентрації усіх речовин при рівновазі, якщо вихідні концентрації: $C(\text{CO})_{\text{вихід}} = 3$ моль/л; $C(\text{H}_2\text{O})_{\text{вихід}} = 2$ моль/л.
18. Окислення сірки та її діоксиду відбувається за рівнянням:
а) $\text{S}(к) + \text{O}_2 = \text{SO}_2(к)$ б) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3(г)$; Як зміниться швидкість цих реакцій, якщо об'єми кожної з систем зменшити у чотири рази? Докажіть математично.
19. Реакція іде за рівнянням $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$. Концентрації вихідних речовин до початку реакції були $C(\text{N}_2) = 0,049$ моль/л; $C(\text{O}_2) = 0,01$ моль/л. Обчислити концентрацію цих речовин у момент, коли $C(\text{NO}) = 0,005$ моль/л.
20. Реакція іде за рівнянням $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ Концентрації речовин, які у ній беруть участь, були $C(\text{N}_2) = 0,80$ моль/л; $C(\text{NH}_3) = 0,10$ моль/л; $C(\text{H}_2) = 1,5$ моль/л. Обчислити концентрацію водню та амоніаку, коли $C(\text{N}_2) = 0,5$ моль/л.
21. Реакція іде за рівнянням $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ Константа швидкості цієї реакції при деякій температурі дорівнює 0,16. Вихідні концентрації реагуючих речовин $C(\text{H}_2) = 0,04$ моль/л; $C(\text{I}_2) = 0,05$ моль/л. Обчислити початкову швидкість реакції і її швидкість, коли $C(\text{H}_2) = 0,3$ моль/л.
22. В гомогенній системі $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ рівноважні концентрації реагуючих газів: $C(\text{A}) = 0,06$ моль/л; $C(\text{B}) = 0,12$ моль/л;

- $C(C)=0,216$ моль/л. Обчислити константу рівноваги системи та вихідні концентрації речовин А і В.
23. В гомогенній газовій системі $A + B \rightleftharpoons C + D$ рівновага встановилася при концентраціях $C(B)=0,05$ моль/л, $C(C)=0,02$ моль/л. Константа рівноваги системи дорівнює 0,04. Обчислити вихідні концентрації речовин А і В.
24. Рівновага гомогенної системи $4HCl(g) + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O(g) + 2Cl_2(g)$ встановилася при таких концентраціях реагуючих речовин $C(H_2O) = 0,14$ моль/л; $C(Cl_2) = 0,14$ моль/л; $C(O_2) = 0,32$ моль/л; $C(HCl)=0,20$ моль/л. Обчислити вихідні концентрації хлороводню і кисню.
25. Обчислити константу рівноваги для гомогенної системи $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ якщо рівноважні концентрації реагуючих речовин: $C(CO)=0,004$ моль/л; $C(H_2O)=0,064$ моль/л; $C(CO_2)=0,016$ моль/л; $C(H_2)=0,016$ моль/л. Чому дорівнюють вихідні концентрації води і CO ?
26. Константа рівноваги гомогенної системи $CO(g) + H_2O(g) = CO_2 + H_2(g)$ при деякій температурі дорівнює 1. Обчислити рівноважні концентрації усіх реагуючих речовин, якщо вихідні концентрації $C(CO) = 1,0$ моль/л; $C(H_2O)=4,0$ моль/л.
27. Константа рівноваги гомогенної системи $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ при деякій температурі дорівнює 0,1. Рівноважні концентрації водню та аміаку дорівнюють відповідно 0,2 та 0,08 моль/л. Обчислити рівноважну та вихідну концентрацію азоту.
28. При деякій температурі рівновага гомогенної системи $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ встановилася при таких концентраціях реагуючих речовин: $C(NO) = 0,2$ моль/л; $C(NO_2) = 0,1$ моль/л; $C(O_2) = 0,1$ моль/л. Обчислити константу рівноваги та вихідні концентрації NO і O_2
29. Чому при зміні тиску зміщується рівновага системи $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ і не зміщується рівновага системи $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$? Відповідь мотивуйте на основі розрахунку швидкості

прямої та зворотної реакції в цих системах до та після зміни тиску. Напишіть вираз для констант рівноваги кожної з даних систем.

30. Вихідні концентрації $C(\text{[NO]})$ і $C(\text{Cl}_2)$ в гомогенній системі $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$ складають відповідно 0,5 і 0,2 моль/л. Обчислити константу рівноваги, якщо до моменту наступу рівноваги прореагувало 20% NO.
31. Дві реакції протікають при 25°C з однаковою швидкістю. Температурний коефіцієнт швидкості першої реакції дорівнює 2, а другої – 2,5. Знайдіть відношення швидкостей цих реакцій при 95°C .
32. При 150°C деяка реакція закінчується за 16 хвилин. Приймаючи температурний коефіцієнт швидкості реакції рівним 2,5, розрахуйте через який час закінчиться ця реакція, якщо проводити її: а) при 200°C ; б) при 80°C .
33. Реакція $3\text{NaBrO} = \text{NaBrO}_3 + 2\text{NaBr}$ описується кінетичним рівнянням другого порядку з константою швидкості, яка дорівнює $9,3 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$. Вихідна концентрація NaBrO складає 0,1 моль/л. За який час прореагує 30% вихідної кількості NaBrO?
34. Константа швидкості реакції $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ дорівнює $5,4 \text{ хв}^{-1}(\text{моль/л})^{-1}$. Скільки відсотків ефіру прореагує за 10 хвилин, якщо початкові концентрації луку і ефіру однакові і дорівнюють 0,02 моль/л.
35. При 375 K константа рівноваги реакції $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2$ становить $K_c = 9,27 \text{ л/моль}$. Визначте концентрацію SO_2Cl_2 в умовах рівноваги, якщо вихідні концентрації реагентів дорівнюють: $C(\text{SO}_2) = 1,5 \text{ моль/л}$, $C(\text{Cl}_2) = 1 \text{ моль/л}$.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. Умова: З'ясуйте залежність швидкості реакції від концентрації. Дослідивши реакцію між тіосульфатом натрію і сірчаною кислотою, яка описується рівнянням: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 +$

$\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$. В ході експерименту необхідно виміряти проміжок часу між двома моментами: моментом початку реакції і моментом, коли стає видимою опалесценція. Цей проміжок приймається за час реакції (τ). Величина, обернена часу реакції ($1/\tau$) є пропорційною швидкості реакції (v); одиниця її виміру – с^{-1} . Надалі скорочено цю величину можна називати швидкістю реакції.

Зробіть висновок про вплив концентрації речовин на швидкість хімічної реакції.

Дослід виконується за різних концентрацій тіосульфату натрію, тоді як концентрація сірчаної кислоти береться однаковою для усіх вимірів в цій серії.

Обладнання та реактиви: пробірки, бюретки, шпатель, скляна паличка, хімічна склянка на 500 мл, секундомір; розчини $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_2SO_4 , дистильована вода, універсальний індикатор.

Індивідуальна робота

1. Реакція відбувається за рівнянням $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Вихідні концентрації реагуючих речовин були (моль/л): $C(\text{NO})=0,8$, $C(\text{O}_2)=0,6$. Як зміниться швидкість реакції, якщо концентрацію кисню збільшити до 0,9 моль/л, а концентрацію нітроген(II) оксиду до 1,2 моль/л?
2. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 5$; $C(\text{H}_2) = 8$; $C(\text{CO}) = 12$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2 до 5 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
3. Константа рівноваги гомогенної системи $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ при 850°C дорівнює 1. Обчисліть концентрації всіх речовин при рівновазі, якщо вихідні концентрації CO і H_2O відповідно становлять 3 моль/л і 2 моль/л.
4. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 0,3$; $C(\text{H}_2) = 0,9$; $C(\text{NH}_3) =$

- 0,4. Обчисліть, як зміниться швидкість прямої і зворотної реакції, якщо тиск збільшити в 5 разів? У якому напрямку зміститься рівновага?
5. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 8$; $C(\text{H}_2) = 6$; $C(\text{CO}) = 12$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 8$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO до 8 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
 6. Реакція проходить за рівнянням $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$. Рівноважна концентрація речовини $\text{B} = 0,5$ моль/л, $\text{C} = 0,2$ моль/л. Константа рівноваги реакції 0,04. Визначте вихідні концентрації A і B .
 7. Константа рівноваги реакції $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ $K_C=0,1$ при 673 К. Рівноважні концентрації (моль/л): $C(\text{H}_2)=0,6$ і $C(\text{NH}_3)=0,18$. Обчисліть вихідну і рівноважну концентрацію азоту.
 8. Як зміниться швидкість реакції $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$, якщо тиск у системі збільшити в 5 разів?
 9. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 8$; $C(\text{CO}) = 4$; $C(\text{Cl}_2) = 6$. У рівноважну систему додали COCl_2 в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
 10. Знайдіть концентрації вихідних речовин у реакції $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$, якщо рівноважні концентрації $\text{HI} = 0,25$ моль/л, $\text{I}_2 = 0,05$ моль/л, $\text{H}_2 = 0,15$ моль/л.
 11. Суміш оксиду вуглецю (II) і водяної пари, що містить 50% CO і 50% H_2O (проценти за об'ємом), пропустили при 1400 К над залізним каталізатором. Константа рівноваги реакції $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ дорівнює 0,5. Обчислити вихід продуктів і процентний (за об'ємом) склад рівноважної газової суміші.
 12. У скільки разів зросте швидкість взаємодії водню з бромом у газовій фазі, якщо концентрації вихідних речовин

- збільшити у 3 рази?
13. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 12$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{Cl}_2) = 10$. У рівноважну систему додали CO в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
 14. Знайдіть концентрації вихідних речовин у реакції $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$, якщо рівноважні концентрації $\text{CO} - 4$ моль/л, $\text{C} - 2$ моль/л, $\text{H}_2\text{O} - 1$ моль/л.
 15. Реакція проходить за рівнянням $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$. Рівноважна концентрація речовини $\text{B} = 0,5$ моль/л, $\text{C} = 0,2$ моль/л. Константа рівноваги реакції 0,04. Визначте вихідні концентрації A і B .
 16. Реакція відбувається за рівнянням $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Вихідні концентрації реагуючих речовин були (моль/л): $C(\text{NO})=0,8$, $C(\text{O}_2)=0,6$. Як зміниться швидкість реакції, якщо концентрацію кисню збільшити до 0,9 моль/л, а концентрацію нітроген(II) оксиду до 1,2 моль/л?
 17. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 9$; $C(\text{H}_2) = 4$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 6$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO_2 до 7 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
 18. Реакція проходить за рівнянням $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{AB}$. Початкова концентрація речовини A дорівнює 0,8 моль/л, а речовини $\text{B} - 1$ моль/л. Через деякий час концентрація речовини A зменшилась до 0,5 моль/л. Якою в цей час була концентрація речовини B ?
 19. Константа рівноваги гомогенної системи $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{O}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ при 850°C дорівнює 1. Обчисліть концентрації всіх речовин при рівновазі, якщо вихідні концентрації CO і H_2O відповідно становлять 3 моль/л і 2 моль/л.

20. У скільки разів слід збільшити концентрацію водню в реакції утворення аміаку (амоніаку NH_3) з простих речовин, щоб її швидкість зросла в 125 разів?
21. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 12$; $C(\text{H}_2) = 8$; $C(\text{CO}) = 12$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2 до 6 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
22. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 2,5$; $C(\text{CO}) = 1,8$; $C(\text{COCl}_2) = 3,2$. Визначте вихідні концентрації карбон(II) оксиду та хлору.
23. Константа рівноваги реакції $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ $K_C=0,1$ при 673 К. Рівноважні концентрації (моль/л): $C(\text{H}_2)=0,6$ і $C(\text{NH}_3)=0,18$. Обчисліть вихідну і рівноважну концентрацію азоту.
24. Як зміниться швидкість реакції, що проходить за рівнянням $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$, якщо тиск збільшити в 4 рази?
25. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 13$; $C(\text{CO}) = 6$; $C(\text{Cl}_2) = 2$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
26. Вихідні концентрації карбон(II) оксиду та парів води відповідно рівні 0,08 моль/л. Обчисліть рівноважні концентрації CO , H_2O , H_2 у системі $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, якщо рівноважна концентрація CO становить 0,05 моль/л.
27. Рівновага в системі $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$ при деякій температурі встановилась при концентраціях NO_2 – 2,06 моль/л, NO – 2,24 моль/л, O_2 – 2,12 моль/л. Визначити константу рівноваги і обчисліть вихідну концентрацію NO_2 .

28. Визначити як зміниться швидкість реакції утворення аміаку з азоту та водню, якщо збільшити концентрації вихідних речовин удвічі?
29. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 6$; $C(\text{CO}) = 12$; $C(\text{Cl}_2) = 10$. З рівноважної системи вивели хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
30. Вихідні концентрації кожної з речовин у суміші складають 1 моль/л: $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$. Після встановлення рівноваги концентрація речовини D становила 1,5 моль/л. Визначити константу рівноваги.
31. Реакція проходить за рівнянням $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$. Рівноважна концентрація речовини B = 0,5 моль/л, C = 0,2 моль/л. Константа рівноваги реакції 0,04. Визначте вихідні концентрації A і B.

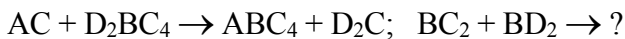
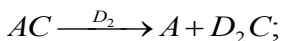
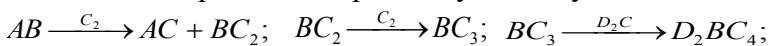
Варіативна складова

Творчі завдання

- У двох посудинах знаходяться гази **A** і **B**. Обидва гази безбарвні. Газ **A** - з різким запахом, газ **B** - задушливий; сумарний об'єм обох газів дорівнює 6,72 л. При окисненні газу **A** (в присутності каталізатора) утворюється 5,4 г води і газ **C**, що швидко перетворюється в бурий газ **D**. Газ **B** дуже добре розчиняється у воді, його розчин - кислота. При добавлянні в цю кислоту надлишку аргентум нітрату випадає 14,35 г білого осаду. При змішуванні газів **A** і **B** утворюється сіль **E**, яка при нагріванні знову розпадається на гази **A** і **B**. Назвіть всі перелічені речовини. Визначте їх кількості речовини. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
- Суміш хлорату і нітрату калію масою 6,49 г з каталітичною добавкою марган(IV) оксиду нагріли до повного припинення виділення газу. Цей газ пропустили через трубку з нагрітою міддю. Речовину, що утворилася, обробили 53,1 мл 19,6%-

ного розчину сульфатної кислоти ($\rho=1,13$ г/мл). Для нейтралізації кислоти, що залишилася, необхідно 25 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією 1,6 моль/л. Визначити масові частки солей в суміші і об'єм газу (н.у.), який виділився при нагріванні.

- Для реакції $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Br}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{г})$ константа рівноваги при деякій температурі дорівнює одиниці. Визначити склад рівноважної реакційної суміші (в % за об'ємом), якщо вихідна суміш містила 2 моль Br_2 і 3 моль H_2 .
- Наважку суміші броміду калію, йодиду калію та нітрату калію масою 0,3850 г розчинили у воді і додали до утвореного розчину надлишок розчину нітрату аргентума. Осад, що утворився, висушили і зважили. Його маса дорівнювала 0,4230 г. Після цього осад прожарили до припинення виділення газів. Маса твердого залишку становила 0,2160 г. Розрахуйте масові частки солей у вихідній суміші. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються, якщо до водного розчину вихідної суміші солей додати а) хлорну воду; б) розчин FeCl_3 ; в) розчин $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.
- Сумішшю водню з киснем, що за н.у. має густину 1,12 г/л, при 25°C і тиску 1 атм, заповнили калориметричну бомбу об'ємом 5 л і підірвали. Визначте кількість теплоти, що ви-ділилась, і тиск у бомбі при 25°C після досліду. Теплота утворення рідкої води з простих речовин при 25°C складає 286 кДж/моль.
- Нижче наведені схеми хімічних рівнянь добування та деяких властивостей сполук металічного елемента А. Визначте зашифровані буквами речовини. Завдяки яким властивостям знаходить широке використання речовина А? Яким чином і з якою метою проводять її ретельну очистку?



(Вміст А в ABC_4 складає 39,8%).

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 10. Задачі з використанням константи рівноваги

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на хімічну кінетику з використанням константи рівноваги.

Семінарська частина

1. Обчислення константи рівноваги хімічної реакції.
2. Задачі на визначення вихідних концентрацій реагуючих речовин, якщо відомі деякі рівноважні концентрації і константа рівноваги.
3. Задачі на визначення рівноважних концентрацій реагуючих речовин, якщо відомі деякі вихідні концентрації і константа рівноваги..
4. Задачі на зміщення хімічної рівноваги.

5. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язку задач

Задача 1. У посудині об'ємом 10 л при 400°C змішали 2 г водню і 80 г броду. Знайшли, що в стані рівноваги 20% броду перетворюється в бромоводень. Скільки бромоводню буде міститися в рівноважній суміші, якщо зменшити вихідну кількість броду в 2 рази?

Розв'язок

$$C(\text{H}_2) = \frac{2}{2} : 10 = 0,1; \quad C(\text{Br}_2) = \frac{80}{160} : 10 = 0,05$$

	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$
Вихідні	0,1 0,05 -
В реакції	0,01 0,01 0,02
Рівноважні	0,09 0,04 0,02

$$K_p = \frac{[\text{HBr}]^2}{[\text{H}_2][\text{Br}_2]} = \frac{0,02^2}{0,09 \cdot 0,04} = 0,111$$

	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$
Вихідні	0,1 0,025 -
В реакції	x x 2x
Рівноважні	(0,1-x) (0,025-x) 2x

$$K_p = \frac{4x^2}{(0,1-x)(0,025-x)} = 0,111$$

$$4x^2 = 0,0002775 - 0,0111x - 0,002775x + 0,111x^2$$

$$3,889x^2 + 0,013875x - 0,00027,75 = 0$$

$$x = \frac{-0,013875 \pm \sqrt{0,000192515 + 0,00431679}}{2 \cdot 3,889} = \frac{-0,013875 \pm 0,06715}{7,778}$$

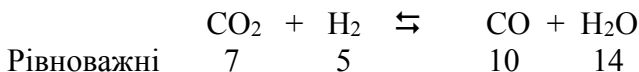
$$x = 0,00685$$

$$[\text{HBr}] = 2 \cdot 0,00685 = 0,0137$$

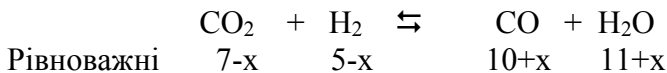
Задача 2. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин

(моль/л): $C(\text{CO}_2) = 7$; $C(\text{H}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 10$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 14$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2O до 11 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?

Розв'язок



$$K_p = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{14 \cdot 10}{7 \cdot 5} = 4$$



$$K_p = \frac{(10+x)(11+x)}{(7-x)(5-x)} = 4$$

$$110 + 10x + 11x + x^2 = 140 - 28x - 20x + 4x^2$$

$$3x^2 - 69x + 30 = 0$$

$$x^2 - 23x + 10 = 0$$

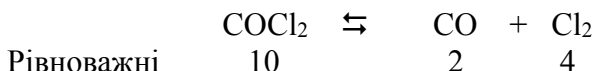
$$x = \frac{23 \pm \sqrt{529 - 40}}{2} = \frac{23 \pm 22,1133}{2}$$

$$x = 0,44$$

$$[\text{CO}_2] = 6,56; [\text{H}_2] = 4,56; [\text{CO}] = 10,44; [\text{H}_2\text{O}] = 11,44$$

Задача 3. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 10$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.

Розв'язок



$$K_p = \frac{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{2 \cdot 4}{10} = 0,8$$



$$\begin{array}{cccc}
 \text{Рівноважні} & 10+x & 2-x & 8-x \\
 K_p = \frac{(2-x)(8-x)}{(10+x)} = 0,8 \\
 16 - 2x - 8x + x^2 = 8 + 0,8x \\
 x^2 - 10,8x + 8 = 0 \\
 x = \frac{10,8 \pm \sqrt{166,64 - 32}}{2} = \frac{10,8 \pm 9,2}{2} \\
 x = 0,8
 \end{array}$$

Групова робота

1. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 4$; $C(\text{H}_2) = 6$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 12$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2 до 4 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
2. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 8$; $C(\text{CO}) = 4$; $C(\text{Cl}_2) = 10$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
3. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 6$; $C(\text{CO}) = 4$; $C(\text{COCl}_2) = 8$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
4. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 4$; $C(\text{H}_2) = 8$; $C(\text{NH}_3) = 6$. У рівноважну систему додали амоніак у кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
5. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2)$

- = 4; $C(\text{H}_2) = 6$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2O до 8 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
6. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 8$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
 7. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 2,5$; $C(\text{CO}) = 1,8$; $C(\text{COCl}_2) = 1,2$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 1,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
 8. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 2,3$; $C(\text{H}_2) = 2,9$; $C(\text{NH}_3) = 2,4$. У рівноважну систему додали амоніак у кількості 0,6 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

Умова: У пробірку внесіть по 3-5 крапель розчинів FeCl_3 та KNCS . Одержаний розчин розведіть водою до світло-червоного кольору і розлийте у чотири пробірки. У першу пробірку додайте краплю розчину FeCl_3 у другу - краплю розчину KNCS , у третю внесіть трохи кристалічного KCl . Порівняйте інтенсивність забарвлення розчинів у цих пробірках з кольором вихідного розчину (еталон – четверта пробірка). Зробіть висновок про вплив зміни концентрацій вихідних речовин та продуктів реакції на стан хімічної рівноваги в системі: $\text{FeCl}_3 + 3\text{KNCS} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NCS})_3 + 3\text{KCl}$

Обладнання та реактиви: пробірки, скляна паличка, розчини FeCl_3 та KNCS , кристалічний калій хлорид, дистильована вода, універсальний індикатор.

Індивідуальна робота

1. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 5$; $C(\text{H}_2) = 3$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO_2 до 3 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
2. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації хлору до 3 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
3. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{COCl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали COCl_2 в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
4. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 3$; $C(\text{H}_2) = 9$; $C(\text{NH}_3) = 6$. У рівноважну систему додали водень у кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
5. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 7$; $C(\text{H}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 10$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 14$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2O до 11 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?

6. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 10$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
7. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 2,5$; $C(\text{CO}) = 1,8$; $C(\text{COCl}_2) = 3,2$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
8. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 0,3$; $C(\text{H}_2) = 0,9$; $C(\text{NH}_3) = 0,4$. У рівноважну систему додали амоніак у кількості 0,1 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
9. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 5$; $C(\text{H}_2) = 3$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO_2 до 3 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
10. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації хлору до 3 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
11. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{COCl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали COCl_2 в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.

12. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 3$; $C(\text{H}_2) = 9$; $C(\text{NH}_3) = 6$. У рівноважну систему додали водень у кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
13. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 7$; $C(\text{H}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 10$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 14$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2O до 11 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
14. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 10$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
15. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 2,5$; $C(\text{CO}) = 1,8$; $C(\text{COCl}_2) = 3,2$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
16. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 0,3$; $C(\text{H}_2) = 0,9$; $C(\text{NH}_3) = 0,4$. У рівноважну систему додали амоніак у кількості 0,1 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
17. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 5$; $C(\text{H}_2) = 3$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO_2 до 3 моль/л. Обчисліть, якими стали нові

рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?

18. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації хлору до 3 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
19. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{COCl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали COCl_2 в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
20. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 3$; $C(\text{H}_2) = 9$; $C(\text{NH}_3) = 6$. У рівноважну систему додали водень у кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
21. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 7$; $C(\text{H}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 10$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 14$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації H_2O до 11 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
22. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 10$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали хлор в кількості 4 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
23. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 2,5$; $C(\text{CO}) = 1,8$; $C(\text{COCl}_2) = 3,2$. У

- рівноважну систему додали хлор в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
24. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 0,3$; $C(\text{H}_2) = 0,9$; $C(\text{NH}_3) = 0,4$. У рівноважну систему додали амоніак у кількості 0,1 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
25. Хімічна рівновага реакції $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ установилась при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{CO}_2) = 5$; $C(\text{H}_2) = 3$; $C(\text{CO}) = 8$; $C(\text{H}_2\text{O}) = 10$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації CO_2 до 3 моль/л. Обчисліть, якими стали нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги?
26. Хімічна рівновага реакції $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{COCl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{Cl}_2) = 4$. Рівновага системи була порушена через зменшення концентрації хлору до 3 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
27. При синтезі фосгену $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівновага встановлюється при таких концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(\text{Cl}_2) = 5$; $C(\text{CO}) = 2$; $C(\text{COCl}_2) = 4$. У рівноважну систему додали COCl_2 в кількості 0,5 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
28. У стані рівноваги системи $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ концентрації реагуючих речовин були: $C(\text{N}_2) = 3$; $C(\text{H}_2) = 9$; $C(\text{NH}_3) = 6$. У рівноважну систему додали водень у кількості 2 моль/л. Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Атомні маси Гідрогену та Хлору дорівнюють відповідно 1,008 та 35,453. Враховуючи, що Гідроген складається з ізотопів ^1H та ^2H , а Хлор з ізотопів ^{35}Cl та ^{37}Cl , визначте масові та об'ємні частки ізотопних модифікацій у газоподібному гідрогенхлориді.
2. Суміш гідридів Літію та Натрію прореагувала з водою об'ємом 193 мл. Маса одержаного розчину виявилася на 1 г менша за суму мас вихідних речовин, а масова частка лугів у розчині склала 8%. Визначте кількості речовин вихідних гідридів.
3. Визначте ступені окиснення елементів у речовинах:
а) $\text{Ca}(\text{OC1})_2$, б) CaOCl_2 , в) $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, г) NH_4NO_3 , д) P_4 , е) $(\text{N}_2\text{H}_6)_2\text{Cl}_2$, ж) $(\text{NO})\text{HSO}_4$, з) $\text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$. Дайте назви цим речовинам. Як можна одержати із простих речовин б) та г)?
4. Суміш двохвалентного металу і його карбонату масою 8,0 г розчинили в надлишку соляної (хлоридної) кислоти. У результаті взаємодії виділилось 1720 мл газу (н.у.), при пропусканні якого через вапняну воду випало 5,0 г осаду. Визначте метал і склад суміші у відсотках за масою.
5. Дві пластинки однакової маси виготовлені з одного металу. Пластинки занурили у розчини солей двовалентних Купруму та Плюмбуму одного об'єму та однакової молярної концентрації. Через деякий час, після закінчення реакції, пластинки промили, висушили і зважили (виділений метал повністю осідав на пластинках). Маса першої пластинки збільшилась на 0,8%, другої – на 15,1%. З якого металу виготовлено пластинки якщо його валентність у описаних реакціях дорівнює двом?
6. При взаємодії 30 г металу другої групи періодичної системи з азотом утворився нітрид, при взаємодії якого з соляною кислотою одержали хлорид металу та аміак. При каталітичному окисненні цієї кількості аміаку утворився

оксид Нітрогену (II) об'ємом 11,2 л (н.у.). Визначте метал та напишіть відповідні рівняння реакцій, вважаючи, що всі вони йдуть з виходом 100%.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 11. Задачі, за умовою яких реагенти містять домішки

Мета: сформувати вміння та навички розв'язування задач за рівняннями хімічних реакцій, у яких реагенти містять домішки; удосконалювати навички розв'язування розрахункових задач.

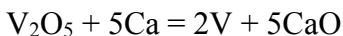
Семинарська частина

1. Розрахунки вмісту домішок у складі речовини.
2. Обчислення кількості речовини, маси, об'єму продукту реакції за відомою кількістю речовини, масою, об'ємом реагенту, що містить домішки.

Зразки розв'язку задач

Задача 1. Ванадій добувають відновленням ванадій(V) оксиду металічним кальцієм. Яку масу металу можна добути при відновленні концентрату масою 400 г, масова частка ванадій(V) оксиду у якому дорівнює 85%?

Розв'язок



$$m(\text{V}_2\text{O}_5) = Wm(\text{концентрату})$$

$$m(\text{V}_2\text{O}_5) = 0,85 \cdot 400 = 340 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v = \frac{340}{182} = 1,868 \text{ моль}$$

$$v(\text{V}) = 2v(\text{V}_2\text{O}_5) = 1,868 \cdot 2 = 3,736 \text{ моль}$$

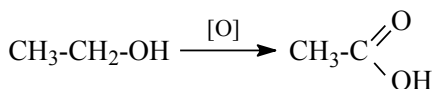
$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{V}) = 3,736 \cdot 51 = 190,55 \text{ г}$$

Задача 2. Визначити масу оцтової кислоти, одержаної з спирту, який у свою чергу був добутий бродінням 200 кг технічної глюкози, масова частка нецукристих домішок у якій становить 10%.

Розв'язок





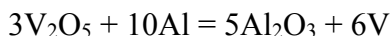
$$\nu(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{200 \cdot 0,9}{180} = 1$$

$$\nu(\text{сп.}) = 2 \text{ моль} = \nu(\text{к-ти})$$

$$m(\text{к-ти}) = 60 \cdot 2 = 120 \text{ кг}$$

Задача 3. Обчисліть масу ванадію, який можна добути шляхом алюмотермічного відновлення оксидного концентрату масою 200 г (масова частка V_2O_5 становить 89%). Знайдіть масу технічного алюмінію ($W(\text{Al}) - 92\%$), який знадобиться для відновлення.

Розв'язок



Обчислимо масу чистого V_2O_5 у концентраті.

$$m(\text{V}_2\text{O}_5) = W(\text{V}_2\text{O}_5) \cdot m(\text{концентрату})$$

$$m(\text{V}_2\text{O}_5) = 0,89 \cdot 200 \text{ г} = 178 \text{ г}$$

Знайдемо кількість речовини V_2O_5 .

$$\nu = \frac{m}{M}; \nu(\text{V}_2\text{O}_5) = \frac{178\text{г}}{182\text{г/моль}} \approx 0,978 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції кількість речовини ванадію буде в 2 рази більша від кількості речовини ванадій оксиду.

$$\nu(\text{V}) = 2\nu(\text{V}_2\text{O}_5) = 0,978 \cdot 2 = 1,956 \text{ моль}$$

$$m = \nu \cdot M$$

$$m(\text{V}) = 1,956 \text{ моль} \cdot 51 \text{ г/моль} = 99,76 \text{ г}$$

За рівнянням реакції кількість речовини алюмінію становитиме

$$\frac{10}{3} \nu(\text{V}_2\text{O}_5)$$

$$\nu(\text{Al}) = \frac{10}{3} \cdot 1,956 \text{ моль} = 6,52 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 6,52 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 176,04 \text{ г}$$

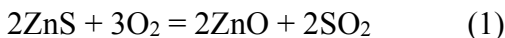
Маса технічного алюмінію становитиме:

$$m(\text{суміші}) = \frac{m(\text{чист. р-ни})}{W(\text{чист. р-ни})}$$

$$m(\text{техн. Al}) = \frac{176,04\text{г}}{0,92} = 191,35 \text{ г}$$

Задача 4. Цинк добувають випалюванням цинкової обманки (цинк сульфїду) з наступним відновленням одержаного оксиду коксом. Яку масу цинку можна одержати з 800 г руди, що містить 63,05% цинк сульфїду?

Розв'язання



$$m(\text{чист. р-ни}) = m(\text{суміші}) \cdot W$$

$$m(\text{ZnS}) = 800 \text{ г} \cdot 0,6305 = 504,4 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{ZnS}) = \frac{504,4\text{г}}{97\text{г/моль}} = 5,2 \text{ моль}$$

Аналізуючи рівняння реакцій (1) і (2), приходимо до висновку, що:

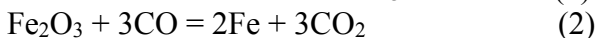
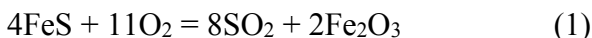
$$v(\text{Zn}) = v(\text{ZnS}) = 5,2 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{Zn}) = 5,2 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 338 \text{ г}$$

Задача 5. Залізо добувають випалюванням піриту, що містить 60% ферум(II) сульфїду, з наступним відновленням ферум(III) оксиду карбон(II) оксидом. Яку масу металу можна добути з піриту масою 200 кг?

Розв'язання



$$m(\text{чист. р-ни}) = m(\text{суміші}) \cdot W$$

$$m(\text{FeS}_2) = 200 \text{ г} \cdot 0,6 = 120 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{FeS}) = \frac{120\text{г}}{120\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

Аналізуючи рівняння (1) і (2):

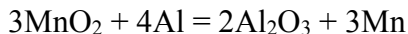
$$v(\text{Fe}) = v(\text{FeS}) = 1 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{Fe}) = 1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 56 \text{ г}$$

Задача 6. У результаті алюмотермії був одержаний марганець масою 55 г. Яка маса руди прореагувала, якщо масова частка манган(IV) оксиду в ній становить 90%?

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Mn}) = \frac{55\text{г}}{55\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції $v(\text{MnO}_2) = v(\text{Mn}) = 1 \text{ моль}$

$$m = v \cdot M$$

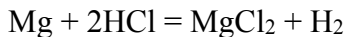
$$m(\text{MnO}_2) = 1 \text{ моль} \cdot 87 \text{ г/моль} = 87 \text{ г}$$

$$m(\text{руди}) = \frac{m(\text{MnO}_2)}{W(\text{MnO}_2)}$$

$$m(\text{руди}) = \frac{87\text{г}}{0,9} = 96,67 \text{ г}$$

Задача 7. Визначити масу 10%-ного розчину хлоридної кислоти в якій треба розчинити 12,5 г магнію, який містить 4% домішок, що не розчиняються в хлоридній кислоті.

Розв'язок



$$W(\text{Mg}) = 100\% - 4\% = 96\%$$

$$m(\text{чист. р-ни}) = m(\text{суміші}) \cdot W$$

$$m(\text{Mg}) = 12,5 \text{ г} \cdot 0,96 = 12 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Mg}) = \frac{12\text{г}}{24\text{г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції $v(\text{HCl}) = 2v(\text{Mg}) = 1 \text{ моль}$

$$m = v \cdot M$$

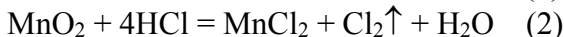
$$(\text{HCl}) = 1 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 36,5 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{розч. р-ни})}{W}$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{36,5\text{г}}{0,1} = 365 \text{ г}$$

Задача 8. Хлороводень, добутий із зразка технічного натрій хлориду масою 9,6 г, використали для добування концентрованої хлоридної кислоти. Вся добута кислота вступила в реакцію з манган(IV) оксидом. При цьому утворився газ об'ємом 896 мл (н.у.). Визначити масову часту натрій хлориду у вихідному зразку.

Розв'язок



$$v = \frac{V}{V_m}$$

$$v(\text{Cl}_2) = \frac{0,896\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,04 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2) $v(\text{HCl}) = 4v(\text{Cl}_2) = 4 \cdot 0,04 \text{ моль} = 0,16 \text{ моль}$

За рівнянням реакції (1) $v(\text{NaCl}) = v(\text{HCl}) = 0,16 \text{ моль}$

$$m = v \cdot M$$

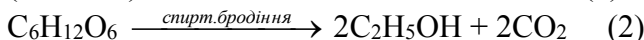
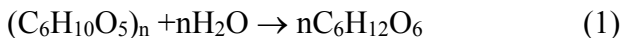
$$m(\text{NaCl}) = 0,16 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 9,36 \text{ г}$$

$$W = \frac{m(\text{чист. р - ни})}{m(\text{суміші})}$$

$$W(\text{NaCl}) = \frac{9,36\text{г}}{9,6\text{г}} = 0,975, \text{ або } 97,5\%$$

Задача 9. Масова частка целюлози у деревині дорівнює 50%. Яку масу спирту можна добути під час бродіння глюкози, що утворюється при гідролізі деревних ошукрок масою 729 кг? Урахувати, що спирт виділяється у реакційній системі у вигляді розчину з масовою часткою води 8%. Вихід етанолу становить 70%.

Розв'язок



$$W = \frac{m(\text{чист. р - ни})}{m(\text{суміші})}$$

$$m(\text{цел.}) = W(\text{цел.}) \cdot m(\text{дерев.})$$

$$m(\text{цел.}) = 0,5 \cdot 729 \text{ кг} = 364,5 \text{ кг}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{цел.}) = \frac{364,5}{162} = 2,25 \text{ кмоль}$$

За рівняннями реакцій (1) і (2) $v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2v(\text{цел.}) = 4,5 \text{ кмоль}$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 4,5 \cdot 46 = 207 \text{ кг}$$

Оскільки вихід спирту становить 70%, то маса практична спирту дорівнюватиме:

$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$m(\text{практична}) = \eta \cdot m(\text{теоретична})$$
$$m_{\text{пр.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,7 \cdot 207 = 144,9 \text{ кг}$$

$$W = \frac{m(\text{розч. р-ну})}{m(\text{р-ну})}$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{розч. р-ну})}{W}$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{144,9}{0,92} = 157,5 \text{ кг}$$

Лабораторна частина **Експериментальні задачі**

У розчині міститься суміш двох натрієвих солей. Припускається, що це можуть бути ортофосфат, сульфат, сульфід або карбонат.

Додаткові реактиви: розчини кислот хлоридної та нітратної, барій хлориду, купрум(II) хлориду, аргентум(I) нітрату.

Виходячи з вище вказаного:

1. Скласти план експерименту і встановити дійсний склад суміші.
2. Скласти відповідні рівняння реакцій в молекулярному та йонному вигляді.

Групова робота

1. Сировина для алюмотермічного добування хрому крім хром(III) оксиду містить різні домішки, масова частка яких дорівнює 20%. До такої сировини масою 38 г добавили технічний алюміній масою 10 г і здійснили реакцію відновлення. Яка маса хрому утворилася, якщо масова частка алюмінію в технічному металі становить 97,25%?
2. Є суміш метилацетату та етилацетату масою 10,3 г. Масова частка метилацетату в суміші становить 35,9%. Який об'єм розчину з масовою часткою Натрій гідроксиду 40% і

густиною 1,4 г/мл необхідний для повного лужного гідролізу суміші ефірів?

3. У воді масою 180 г розчинили мідний купорос ($m=250$ г), який містить 20% нерозчинних домішок. Обчисліть масову частку купрум(II) сульфату в одержаному розчині.
4. Зразок кальцію, масова частка домішок в якому 5 %, взаємодіє з водою. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при взаємодії з водою такого зразка масою 2,1 г?
5. Технічний цинк обробили розчином хлоридної кислоти масою 200 г з масовою часткою HCl 25%. Який об'єм водню виділиться при цьому, якщо маса технічного цинку становить 10 г, а масова частка домішок - 0,5%?
6. Зразок крейди містить CaCO_3 , MgCO_3 та некарбонатні домішки ($W=3\%$). При дії надлишку хлоридної кислоти на зразок крейди масою 51,98 г добули газ об'ємом 11,31 л (н.у.). Обчисліть масу карбонату кальцію у взятому зразку крейди.
7. Обчисліть масу розчину технічної кислоти з масовою часткою HCl 30%, витраченої на розчинення цинку масою 200 г з масовою часткою нерозчинних домішок 35%.

Індивідуальна робота

1. Який об'єм (н.у.) сульфур(IV) оксиду утвориться в результаті спалювання 1000 т вугілля, у якому масова частка Сульфуру 0,32%? Яку масу сульфатної кислоти можна добути з цього оксиду під час його дальшої переробки, якщо практичний вихід сульфатної кислоти становить 80%?
2. У результаті випалювання свинцевого блиску, у якому масова частка ZnS становить 83%, добули 44,8 м³ сульфур(IV) оксиду, що становить 93% від теоретично очікуваного об'єму. Обчислити, яку масу свинцевого блиску випалили? Який об'єм повітря (н.у.) витратили?

3. Який об'єм кисню, виміряний при температурі 18°C і тиску 1000 кПа , необхідний для спалювання дигідроген сульфїду масою 5 г , у якому 5% домішок?
4. Скільки потрібно амонїаку, у якому 10% домішок, для одержання 10 т амонїї ортофосфату?
5. Який об'єм сульфур(VI) оксиду, виміряного при температурі 27°C і тиску $98,5\text{ кПа}$, утворюється при випалюванні піриту масою 30 г , який крім ферум дисульфїду FeS_2 містить домішки, які не утворюють при випалюванні SO_2 . Масова частка домішок у піриті складає 20% .
6. Який об'єм амонїаку (н.у.), що містить 10% домішок, необхідно пропустити через 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти $9,8\%$, щоб утворилася кисла сіль?
7. Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою гїдроген хлориду 20% і густиною $1,1\text{ г/мл}$ слід узяти для нейтралїзації 120 г амонїаку, що містить 10% домішок.
8. Обчислити масу сїрчаного колчедану, масова частка домішок у якому 15% , необхідну для виробництва 100 т розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 80% , якщо втрати сїрки становлять 3% .
9. У результаті випалювання свинцевого блиску, у якому масова частка ZnS становить 83% , добули $44,8\text{ м}^3$ сульфур(IV) оксиду, що становить 93% від теоретично очікуваного об'єму. Обчислити, яку масу свинцевого блиску випалили? Який об'єм повітря (н.у.) витратили?
10. Зразок ферум(II) сульфїду обробили надлишком хлоридної кислоти. Газ, що утворився, прореагував з $26,25\text{ мл}$ розчину калїї гїдроксиду, в якому масова частка KOH становить 25% ($\rho=1,28\text{ г/мл}$). При цьому утворилася кисла сіль. Яка маса зразка ферум(II) сульфїду була взята, якщо в ньому 5% домішок?
11. Обчислити масу цинк сульфїду, масова частка домішок у якому 8% , необхідну для виробництва $0,5\text{ т}$ розчину

- сульфатної кислоти з масовою часткою сульфатної кислоти 95%, якщо втрати сірки становлять 2%.
12. У результаті окиснення піриту масою 150,3 г, масова частка домішок у якому становить 20,5%, одержали газ, який пропустили крізь розчин калій перманганату із концентрацією солі 0,5 моль/л ($\rho=1,05 \text{ г/см}^3$) об'ємом 1,2 л. Визначити масові частки речовин у одержаному розчині, якщо реакція окиснення піриту відбулася з виходом 73,5%.
 13. Яку масу 50%-ної ортофосфатної кислоти можна добути з 800 кг фосфориту, що містить 38% домішок?
 14. Обчисліть масу фосфориту, що містить 8% домішок, необхідного для одержання 124 г фосфору. Який об'єм розчину 98%-ної нітратної кислоти ($\rho=1,51 \text{ г/см}^3$) витрачається на окиснення одержаного фосфору в ортофосфатну кислоту?
 15. Для розчинення зразка технічного кальцій карбонату масою 3000 г необхідна 70%-на нітратна кислота об'ємом 2002,7 мл ($\rho=1,921 \text{ г/см}^3$). Визначити масову частку домішок у кальцій карбонаті.
 16. Для добування простого суперфосфату використовують природний кальцій фосфат, що містить 9% домішок. Яку масу природного кальцій фосфату слід узяти для одержання простого суперфосфату, щоб під плодове дерево внести 24 г діючої речовин (P_2O_5)?
 17. Прожарюючи вапняк масою 250 кг, масова частка домішок у якому 20%, одержали карбон(IV) оксид. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) був одержаний?
 18. Скільки грам натрій силікату утвориться при сплавлянні 100 г піску, що містить 92% силіцій(IV) оксиду, з надлишком соди (натрій карбонат)?
 19. При дії надлишку хлоридної кислоти на зразок доломіту $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ масою 100 г виділяється вуглекислий газ об'ємом 23,4 л (н.у.). Визначити масову частку (в %) домішок у даному зразку доломіту.

20. Зразок технічного кальцій карбїду масою 16 г обробили надлишком води. Визначте об'єм газу (н.у.), який при цьому отримали, якщо масова частка домішок у кальцій карбїді складає 20%, а масова частка виходу продукту реакції складає 80% від теоретично можливого.
21. Скільки грам натрій силікату можна одержати при сплавленні надлишку SiO_2 з 64,2 кг соди Na_2CO_3 , що містить 5% домішок?
22. Визначити масу 50%-ної нітратної кислоти, яку можна добути нагріванням із сульфатною кислотою 80 г натрій нітрату, що містить 20% домішок.
23. Газ, добутий взаємодією 33 г амоній сульфату що містить 20% домішок, з надлишком їдкою натру, був увібраний розчином, що містить 39,2 г фосфатної кислоти. Яка сіль утворилась при цьому?
24. Цукрові буряки за вегетаційний період вбирають з ґрунту на площі 1 га 120 кг фосфору в перерахунку на фосфорний ангїдрид. Скільки подвійного суперфосфату, який містить 12% домішок, треба знести на 50 га, щоб відновити втрати фосфору?
25. Скільки тонн 80-процентної сірчаної кислоти потрібно для виробництва 70 т преципітату (розрахунки на чистий продукт) з фосфориту, якщо останній містить 10% домішок? На кожну тонну домішок витрачається додатково по 45 кг 100-процентної сірчаної кислоти.
26. Скільки тонн 70-процентної сульфатної кислоти треба, щоб добути 50 т простого суперфосфату (в перерахунку на чистий суперфосфат) з 90-процентного фосфориту? Домішки мають основний характер, тому на кожну тонну домішок витрачається додатково 40 кг 100-процентної сірчаної кислоти.
27. Під просапні культури вносять калійні добрива з розрахунку 20 кг калій оксиду на 1 га. На шкільній ділянці під ці культури відведено 0,1 га. Скільки потрібно внести

калій хлориду, який містить 15% домішок, для удобрення цієї ділянки? Якою кількістю збагаченого сільвініту, що містить 52% калій хлориду, або попелу від стебел соняшника (містить 28% поташу) можна замінити калій хлорид?

28. У виробництві сульфатної кислоти контактним способом газ, який надходить у контактний апарат, містить приблизно 7% сульфур(IV) оксиду, 10% кисню і 83% азоту (відсотки за об'ємом). Чи вистачить у цій суміші кисню для повного перетворення сульфур(IV) оксиду в сульфур(VI) оксид?

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Якщо подіяти на 0,3 моль речовини А, що є середньою сіллю ортофосфатної кислоти, надлишком гідроксиду натрію, утворюється речовина Б, маса якої на 4,5 г більша від маси речовини А. Установіть формулу речовини А, якщо відомо, що до її складу входить одновалентний катіон.
2. Хімічний елемент Х широко застосовується в металургії, літакобудуванні та інших галузях промисловості. Найважливіші руди цього елемента містять його вищий солетворний оксид. Хлорид, у якому елемент проявляє валентність відповідно до місця в періодичній системі, містить 74,74% Хлору. Густина пари цього хлориду за воднем – 95. Який це елемент?
3. При прожарюванні 80 г безводного сульфату трьохвалентного металу одержали його оксид, маса якого виявилась на 24 г менше маси моля металу. Який це метал?
4. Відомо, що Гідроген може входити до складу йонних сполук. Чи існують у сполуках йони H^+ та H^- (якщо так, то наведіть приклади сполук)? Поясніть, зв'язки якого типу утворюють атоми Гідрогену у калій гідриді, гідроген хлориді, кальцій гідроксиді?
5. У воді розчинили 29 г амоній нітрату, 54 г калій сульфату та 58 г калій нітрату; при цьому одержали 800 г розчину. Розчин

того ж складу і такої ж маси може бути одержаний шляхом розчинення у воді амоній сульфату, калій нітрату та калій сульфату. Які маси солей потрібно для цього взяти?

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика рішення задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 12. Задачі на обчислення практичного виходу продукту реакції

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі на обчислення практичного виходу продукту реакції.

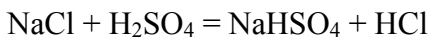
Семінарська частина

1. Розрахунки маси, об'єму, кількості речовини теоретичного виходу продукту реакції.
2. Обчислення маси, об'єму, кількості речовини практичного виходу продукту реакції.
3. Задачі на визначення практичного виходу продукту реакції.
4. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язків

Задача 1. Весь хлороводень, одержаний дією надлишку сульфатної кислоти на натрій хлорид масою 14,9 г, поглинули водою масою 200 г. Визначити масову частку хлороводню в розчині, якщо його вихід в реакції становив 70%.

Розв'язок



$$\nu = \frac{m}{M}$$

$$\nu(\text{NaCl}) = \frac{14,9\text{г}}{58,5\text{г/моль}} = 0,2547 \text{ г}$$

За рівнянням реакції $\nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaCl}) = 0,2547$ моль

$$m = \nu \cdot M$$

$$m_{\text{теор.}}(\text{HCl}) = 0,2547 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 9,3 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$m(\text{практична}) = \eta \cdot m(\text{теоретична})$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{HCl}) = 0,7 \cdot 9,3 \text{ г} = 6,5 \text{ г}$$

$$m(\text{розчину}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m_{\text{практ.}}(\text{HCl})$$

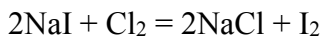
$$m(\text{розчину}) = 200 \text{ г} + 6,5 \text{ г} = 206,5 \text{ г}$$

$$W = \frac{m(\text{розч. р-ни})}{m(\text{р-ну})}$$

$$W(\text{HCl}) = \frac{6,5\text{г}}{206,5\text{г}} = 0,0315, \text{ або } 3,15\%$$

Задача 2. Через розчин масою 50 г з масовою часткою натрій іодиду 15% пропустили надлишок хлору. Виділився іод масою 5,6 г. Визначити вихід продукту реакції.

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}; m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину})$$

$$v = \frac{W \cdot m(\text{р-ну})}{M}$$

$$v(\text{NaI}) = \frac{50\text{г} \cdot 0,15}{150} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\text{За рівнянням реакції } v(\text{I}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NaI}) = \frac{1}{2} \cdot 0,05 \text{ моль} = 0,025 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

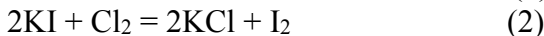
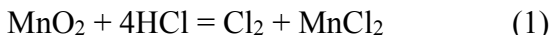
$$m_{\text{теор.}}(\text{I}_2) = 0,025 \text{ моль} \cdot 254 \text{ г/моль} = 6,35 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$\eta(\text{I}_2) = \frac{5,6\text{г}}{6,35\text{г}} = 0,882, \text{ або } 88,2\%$$

Задача 3. Яку масу манган(IV) оксиду і який об'єм розчину з масовою часткою HCl 36% ($\rho=1,18$ г/мл) треба взяти для одержання хлору, який може витіснити з розчину калій іодиду молекулярний іод масою 30,48 г? Вихід продукту на кожній стадії процесу становить 80% від теоретично можливого.

Розв'язок



$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$m_{\text{теор.}} = \frac{m(\text{практ.})}{\eta}$$

$$m_{\text{теор.}}(\text{I}_2) = \frac{30,48\text{г}}{0,8} = 38,1 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{I}_2) = \frac{38,1\text{г}}{254\text{г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2) $v(\text{Cl}_2) = v(\text{I}_2) = 0,15 \text{ моль}$

Вихід продукту реакції можна знайти і за кількістю речовини:

$$\eta = \frac{v(\text{практ.})}{v(\text{теорет.})}$$

$$v(\text{теорет.}) = \frac{v(\text{практ.})}{\eta}$$

$$v_{\text{теорет.}}(\text{Cl}_2) = \frac{0,15\text{моль}}{0,8} = 0,1875 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1) $v(\text{MnO}_2) = v(\text{Cl}_2) = 0,1875 \text{ моль}$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{MnO}_2) = 0,1875 \text{ моль} \cdot 71 \text{ г/моль} = 13,31 \text{ г}$$

$$v(\text{HCl}) = 4v(\text{Cl}_2) = 0,1875 \text{ моль} \cdot 4 = 0,75 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,75 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 27,375 \text{ г}$$

$$W = \frac{m(\text{розч. р - ну})}{m(\text{р - ну})}$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{розч. р - ну})}{W}$$

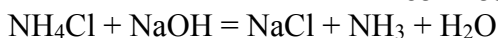
$$m(\text{р-ну HCl}) = \frac{27,375\text{г}}{0,36} = 76,04 \text{ г}$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V(\text{р-ну HCl}) = \frac{76,04\text{г}}{1,18\text{г/мл}} = 64,44 \text{ мл}$$

Задача 4. У якому об'ємі води треба розчинити аміак, одержаний із 96,3 г амоній хлориду з виходом 60%, щоб концентрація одержаного розчину була рівною 0,5 моль/л? ($\rho=1,12$ г/мл).

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{96,3\text{г}}{53,5\text{г/моль}} = 1,8 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції $v(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,8$ моль

$$\eta = \frac{v(\text{практи.})}{v(\text{теорет.})}$$

$$v(\text{практи.}) = \eta \cdot v(\text{теорет.})$$

$$v_{\text{практи.}}(\text{NH}_3) = 0,6 \cdot 1,8 \text{ моль} = 1,08 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{NH}_3) = 1,08 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 18,36 \text{ г}$$

$$C = \frac{v}{V}$$

$$V = \frac{v}{C}$$

$$V(\text{р-ну}) = \frac{1,08\text{моль}}{0,5\text{моль/л}} = 2,16 \text{ л} = 2160 \text{ мл}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{p-ну}) = 1,12 \text{ г/мл} \cdot 2160 \text{ мл} = 2419,2 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{p-ну}) - m(\text{NH}_3)$$

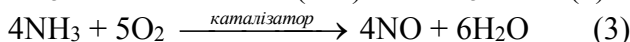
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2419,2 \text{ г} - 18,36 \text{ г} = 2400,84 \text{ г}$$

Для води $\rho = 1 \text{ г/мл}$

$$\text{Тоді } V(\text{H}_2\text{O}) = 2400,84 \text{ мл}$$

Задача 5. 60 г металу II А групи періодичної системи, взаємодіючи з азотом, утворює нітрид, який, реагуючи з водою, утворює гідроксид відповідного металу та аміак. При каталітичному окисненні аміаку, який виділився, утворюється 11,2 л нітроген(II) оксиду (н.у.). Вихід становить 50%. Який це метал?

Розв'язок



$$v = \frac{V}{Vt}$$

$$v(\text{NO}) = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\eta = \frac{v(\text{практ.})}{v(\text{теорет.})}$$

$$v(\text{теорет.}) = \frac{v(\text{практ.})}{\eta}$$

$$v_{\text{теорет.}}(\text{NO}) = \frac{0,5 \text{ моль}}{0,5} = 1 \text{ моль} = v(\text{NH}_3) - \text{за рівнянням реакції}$$

(3)

$$\text{За рівнянням реакції (2) } v(\text{Me}_3\text{N}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NH}_3) = 0,5 \text{ моль}$$

$$\text{За рівнянням реакції (1) } v(\text{Me}) = 3v(\text{Me}_3\text{N}_2) = 3 \cdot 0,5 \text{ моль} = 1,5 \text{ моль}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

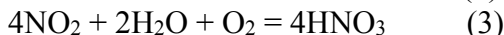
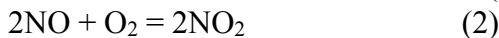
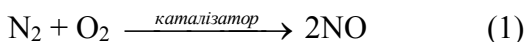
$$M = \frac{m}{v}$$

$$M(\text{Me}) = \frac{60\text{г}}{1,5\text{моль}} = 40 \text{ г/моль}$$

Метал – Ca

Задача 6. Визначити об'єм азоту (н.у.) необхідний для добування 400 мл 70%-ного розчину нітратної кислоти ($\rho=1,921 \text{ г/см}^3$), якщо вихід продукту реакції на кожній стадії становить 60%. Яку масу калійної селітри можна одержати з цієї кислоти?

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}; \quad m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину})$$

$$v = \frac{W \cdot m(p - \text{ну})}{M}$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{400\text{мл} \cdot 1,921\text{г/мл} \cdot 0,7}{63\text{г/моль}} = 8,54 \text{ моль}$$

$$\eta = \frac{v(\text{практ.})}{v(\text{теорет.})}$$

$$v(\text{теорет.}) = \frac{v(\text{практ.})}{\eta}$$

$$v_{\text{теорет.}}(\text{HNO}_3) = \frac{8,54}{0,6} = 14,23 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (3) $v(\text{NO}_2) = v(\text{HNO}_3) = 14,23 \text{ моль}$

$$v_{\text{теорет.}}(\text{NO}_2) = \frac{14,23}{0,6} = 23,72 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2) $v(\text{NO}) = v(\text{NO}_2) = 23,72 \text{ моль}$

$$v_{\text{теорет.}}(\text{NO}) = \frac{23,72}{0,6} = 39,53 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1) $v(\text{N}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NO}) = \frac{39,53}{2} = 19,765 \text{ моль}$

$$V = v \cdot V_m$$

$$V(\text{N}_2) = 19,765 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 442,8 \text{ л}$$

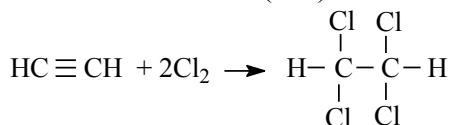
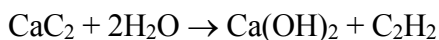
За рівнянням реакції (4) $v(\text{KNO}_3) = v(\text{HNO}_3) = 8,54 \text{ моль}$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{KNO}_3) = 8,54 \text{ моль} \cdot 101 \text{ г/моль} = 13,63 \text{ г}$$

Задача 7. Із технічного кальцій карбїду масою 200 г, масова частка домішок у якому становить 20%, одержали ацетилен. Обчислити масу розчинника 1,1,2,2-тетрахлоретану, який можна одержати з ацетилену, якщо вихід галогенопохідного становить 75%.

Розв'язок



$$W(\text{CaC}_2) = 100\% - 20\% = 80\%$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$m(\text{чист. р-ни}) = W \cdot m(\text{суміші})$$

$$v = \frac{W \cdot m(p - ну)}{M}$$

$$v(\text{CaC}_2) = \frac{200 \cdot 0,8}{64} = 2,5 \text{ моль}$$

$$v(\text{CaC}_2) = v(\text{C}_2\text{H}_2) = v(\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4) = 2,5 \text{ моль}$$

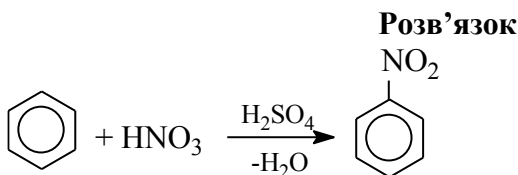
$$m_{\text{теорет.}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4) = 2,5 \text{ моль} \cdot 168 \text{ г/моль} = 420 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$m_{\text{практ.}} = \eta \cdot m(\text{теорет.})$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4) = 420 \text{ г} \cdot 0,75 = 315 \text{ г}$$

Задача 8. Яку масу нітробензену можна добути при взаємодії бензену масою 780 г з нітратною кислотою масою 2 кг в присутності сульфатної кислоти, якщо масова частка практичного виходу нітробензену становить 80%.



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{C}_6\text{H}_6) = \frac{780\text{г}}{78\text{г/моль}} = 10 \text{ моль}$$

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{2000\text{г}}{63\text{г/моль}} = 31,75 \text{ моль}$$

У недостатчі бензол.

За рівнянням реакції $v(\text{C}_6\text{H}_6) = v(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 10 \text{ моль}$

$$m_{\text{теорет.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 10 \text{ моль} \cdot 123 \text{ г/моль} = 1230 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практична})}{m(\text{теоретична})}$$

$$m_{\text{практ.}} = \eta \cdot m(\text{теорет.})$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 1230 \text{ г} = 984 \text{ г.}$$

Лабораторна частина

Експериментальні задачі

1. Умова: У вашому розпорядженні є склянки без етикеток з розчинами цинк хлориду і натрій гідроксиду та дві пробірки. Не використовуючи додаткових реактивів, розпізнайте ці речовини. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

Обладнання та реактиви: пробірки, склянки без етикеток, скляна паличка; розчини цинк хлориду і натрій гідроксиду, дистильована вода, універсальний індикатор.

2. Умова: До розчину, який містить 1,42 г натрій сульфату, долийте розчин, що містить 2,8 г барій нітрату. Утворений осад відфільтруйте. Які речовини містяться у фільтраті?

Обладнання та реактиви: штатив з пробірками, скляна паличка, фільтрувальний папір, технічні ваги, різноважки, дистильована вода, розчин сульфату натрію – Na_2SO_4 , розчин нітрату барію – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

Групова робота

1. Обчислити масу осаду, який утворився при зливанні 100 мл розчину з масовою часткою барій хлориду 9,45% і густиною $1,1 \text{ г/см}^3$ та 200 мл розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 4,76% і густиною $1,03 \text{ г/см}^3$. Практичний вихід солі становить 95%.
2. Обчислити масу солі, яка утвориться при зливанні 500 мл розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 54,7% і густиною $1,479 \text{ г/см}^3$ та 450 мл розчину амоній гідроксиду ($W=30\%$, $\rho=0,898 \text{ г/см}^3$). Практичний вихід солі становить 73%.
3. У результаті окиснення піриту масою 150,3 г, масова частка домішок у якому становить 20,5%, одержали газ, який пропустили крізь розчин калій перманганату із концентрацією солі $0,5 \text{ моль/л}$ ($\rho=1,05 \text{ г/см}^3$) об'ємом 1,2 л.

- Визначити масові частки речовин у одержаному розчині, якщо реакція окиснення піриту відбулася з виходом 73,5%.
4. При пропусканні крізь електричну дугу повітря утворюється нітроген(II) оксид. Визначити константу рівноваги реакції, якщо рівноважний вихід нітроген(II) оксиду при 1500°C становить 0,325%, а при 2400°C – 2,24%.
 5. У виробництві сульфатної кислоти контактним способом газ, який надходить у контактний апарат, містить приблизно 7% сульфур(IV) оксиду, 10% кисню і 83% азоту (відсотки за об'ємом). Чи вистачить у цій суміші кисню для повного перетворення сульфур(IV) оксиду в сульфур(VI) оксид?
 6. У контактний апарат надійшло 100 об'ємів газової суміші, яка складається із 7% сульфур(IV) оксиду, 10% кисню і 83% азоту. Який об'єм матиме ця суміш після виходу з апарата, якщо вважати, що сульфур(IV) оксид окиснюється повністю.
 7. У контактний апарат надходить суміш, яка містить 7% сульфур(IV) оксиду, 10,5% кисню і 82,5% азоту. У скільки разів вміст кисню у цій суміші перевищує його кількість, потрібно за теоретичними розрахунком для окиснення сульфур(IV) оксиду?
 8. У контактний апарат надходить газ такого складу: 9% сульфур(IV) оксиду, 8,2% кисню, 82,8% азоту. Вихід сульфур(VI) оксиду становить 95% від теоретичного. Які гази і в якій кількості виходять з апарата? Обчислення проведіть на 1 м³ вихідної суміші.
 9. У контактний апарат надходить газ такого складу: 7% сірчистого ангідриду, 11% кисню, 82% азоту. Вихід сульфур(VI) оксиду становить 96% від теоретичного. Які гази і в якій кількості виходять з апарата? Обчислення проведіть на 1 м³ вихідної суміші.
 10. Із 100 об'ємів газової суміші, яка містить 83% (за об'ємом) азоту, сульфур(IV) оксид і кисень, після виходу її з апарату вийшло 97 об'ємів газу. Обчисліть процентний вміст кисню і

сульфур(IV) оксиду (за об'ємом) у вихідній суміші, вважаючи, що сірчистий газ окиснюється повністю.

11. Вихідні дані: продуктивність печі для випалювання колчедану становить 30 т колчедану на добу; колчедан містить 42,4% сірки; повітря витрачається на 60% більше проти теоретично обчисленого за рівнянням реакції; вихід сульфур(IV) оксиду становить 97,4% від теоретично можливого.

Індивідуальна робота

1. Яку масу дигідрогенсульфіду спалили, щоб одержати 112,5 л сульфур(IV) оксиду (н.у.)? Вихід газу становить 85%.
2. Зі зразка натрій сульфату(IV) масою 60 г, у якому масова частка несольфідних домішок 16%, добули 8 л сульфур(IV) оксиду. Обчислити вихід сульфур(IV) оксиду.
3. У результаті випалювання цинкової обманки, у якій масова частка ZnS становить 80%, добули 53,2 м³ сульфур(iv) оксиду, що становить 95% від теоретично очікуваного об'єму. Обчислити, яку масу цинкової обманки випалили. Який об'єм повітря (н.у.) витратили?
4. Яку масу сульфур(vi) оксиду можна добути із технічної сірки масою 525 г, якщо вихід продукту на першій стадії – 60%, на другій – 80%, а масова частка сірки у зразку становить 95%.
5. Обчислити відсоток використання Сульфуру, якщо з 400 т залізного колчедану, який містить 46% Сульфуру, вироблено 500 т сульфатної кислоти.
6. Обчислити, скільки потрібно залізного колчедану, що містить 15% домішок, для виробництва 98%-го розчину сульфатної кислоти, якщо втрата Сульфуру становить 3%.
7. Скільки сульфатної кислоти можна добути, маючи 800 т залізного колчедану, який містить 45% Сульфуру? Практичний вихід сульфатної кислоти становить 98%.

8. Скільки кілограмів сірчистого газу утвориться, якщо його практичний вихід становить 92%, в результаті випалювання 1 т піриту, який містить 40% Сульфуру, якщо при цьому в недогарку залишається 1% Сульфуру, що була в піриті?
9. Яку масу сульфур(VI) оксиду можна добути із технічної сірки масою 37 г, якщо вихід продукту на першій стадії – 59%, на другій – 80%, а масова частка сірки у зразку становить 91%?
10. У результаті випалювання свинцевого блиску, у якому масова частка ZnS становить 83%, добули 44,8 м³ сульфур(IV) оксиду, що становить 93% від теоретично очікуваного об'єму. Обчислити, яку масу свинцевого блиску випалили? Який об'єм повітря (н.у.) витратили?
11. Який об'єм (н.у.) сульфур(IV) оксиду утвориться в результаті спалювання 1000 т вугілля, у якому масова частка Сульфуру 0,32%? Яку масу сульфатної кислоти можна добути з цього оксиду під час його дальшої переробки, якщо практичний вихід сульфатної кислоти становить 80%?
12. Визначити масову частку сульфатної кислоти в розчині, що утвориться в результаті взаємодії 15 г сульфур(VI) оксиду з 180 г розчину сульфатної кислоти, у якому масова частка розчиненої речовини 20%.
13. Для виробництва сульфатної кислоти можна використовувати сірководень із відходних органічного синтезу. Скласти рівняння реакцій окиснення сірководню до сульфур(IV) оксиду. Яку масу сульфатної кислоти можна добути (практичний вихід 0,98) із сірководню об'ємом 1500 м³ (н.у.)?
14. Визначити масу сульфур(IV) оксиду, яку потрібно розчинити в розчині масою 400 г з масовою часткою 15%, щоб добути розчин з масовою часткою кислоти 49%.
15. У якій масі розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 25% потрібно розчинити 55 г сульфур(VI) оксиду, щоб добути розчин з масовою часткою сульфатної кислоти 50%?

16. Яку масу сульфур(IV) оксиду можна добути з технічної сірки масою 30 г, якщо вихід продукту на першій стадії дорівнює 58%, а на другій – 82%, а масова частка сірки у зразку становить 94,3%?
17. Агломераційні фабрики на Дніпропетровському металургійному заводі викидають пил і сульфур(IV) оксид із розрахунку 192 кг SO₂ на 1 т руди. Яку масу розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 98% можна добути з відходних газів, що утворюються в процесі агломерації 500 т руди, якщо вважати перетворення їх у кислоту повним?
18. Якої концентрації (у % за масою) повинна утворитися кислота в результаті проходження через контактний апарат суміші, що утворюється при спалюванні дигідроген сульфїду у надлишку повітря і охолодження продуктів реакції, якщо вважати, що перетворення відбувається повністю?
19. Газ, що добувається випалюванням залізного колчедану, звичайно містить близько 200 г сульфур(IV) оксиду в 1 м³. Ступінь перетворення його в сульфур(VI) оксид у контактному апараті при 450°C досягає 97,5%. Обчисліть, скільки в цьому випадку утворюється SO₃ на кожний кубічний метр газу, що надходить в апарат?
20. За рік було вироблено 12058 т сульфатної кислоти в розрахунку на моногідрат. Скільки колчедану з вмістом 45% Сульфуру треба переробити для вироблення такої кількості сульфатної кислоти, якщо вважати, що вихід кислоти становить 98% від теоретично можливого?
21. У радіусі 5 км навколо хімічного заводу відчувається легкий запах дигідроген сульфїду. Аналіз проб повітря, відібраних з вертольота, показав, що газ поширений на висоті до 2 км. Концентрація дигідроген сульфїду в повітрі цієї зони 1/20 ГДН, що становить 0,01 мл/л. Скільки сульфатної кислоти можна добути, якби вдалося вловити весь дигідроген сульфїд?

22. Сульфур діоксид змішали з киснем у молярному співвідношенні 1:1. Об'єм газу, що вийшов з контактного апарату, складає 87,5% відносно об'єму, виміряного до реакції за таких же умов. Обчисліть вихід сульфур триоксиду в реакції.
23. При взаємодії амоній хлориду з аргентум нітратом масою 4 г, з масовою часткою домішок 15%, випав осад масою 2,5 г. Який вихід продукту реакції від теоретично можливого?
24. При взаємодії натрій гідроксиду масою 5 г, у якому 20% домішок, з амоній хлоридом виділився амоніак об'ємом 2 л (н.у.). Який вихід продукту реакції від теоретично можливого?
25. Скільки потрібно взяти амоніаку, в якому 7% домішок, для виробництва 400 л нітроген(II) оксиду, якщо вихід продукту становить 80%?
26. Скільки потрібно взяти амоніаку, в якому 5% домішок, для виробництва 27 г амоній сульфату, якщо вихід продукту становить 92%?
27. Скільки потрібно взяти амоніаку, в якому 2% домішок, для добування 193 г амоній хлориду, якщо вихід продукту реакції становить 98%?
28. Яку масу цинк сульфїду випалили, якщо одержали сульфур діоксид об'ємом 10,08 л (н.у.) при виході 90%?

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Суміш двох твердих простих речовин масою 1,52 г обробили хлоридною кислотою, взятою в надлишку. У результаті реакції виділилось 0,896 л газу (н.у.) і залишилося 0,56 г речовини, що не прореагувала. Таку ж наважку суміші обробили надлишком 10%-го розчину NaOH. При цьому також виділилося 0,896 л (н.у.) газу, а маса твердого залишку становила 0,96 г. У третьому досліді таку ж наважку суміші прожарювали без доступу повітря. Одержана речовина повністю розчинилася в

хлоридній кислоті з виділенням 0,448 л (н.у.) деякого газу. Газ зібрали і ввели в герметично закриту посудину об'ємом 1 л (н.у.), наповнену киснем. Після взаємодії газу з киснем тиск у посудині зменшився приблизно в 10 раз. Визначте невідомі речовини. Напишіть рівняння згаданих реакцій.

2. При змішуванні водних розчинів двох речовин, взятих у еквівалентних кількостях, випало 1,25 г осаду, що являє собою сіль двохвалентного металу М. Осад відділили фільтруванням. При нагріванні до 1100°C сіль розкладається з утворенням 0,70 г твердого оксиду МО і газоподібного оксиду.

При випарюванні фільтрату після відділення осаду одержали 2,0 г сухого залишку, який при температурі розкладу 215°C дає два продукти: газоподібний оксид і 0,90 г водяної пари. Загальний об'єм парогазової суміші дорівнює 1,68 л (у перерахунку на нормальні умови).

Визначте вихідні речовини і запишіть рівняння згаданих реакцій.

3. Дві металічні пластинки однакової маси опустили в дві окремі посудини з розчином соляної кислоти. Після припинення виділення газу обидві посудини разом з пластинками зважили і виявилось, що втрата маси в обох випадках склала 0,2 г. Пластинки поміняли місцями, знову дочекались закінчення реакції, вийняли, видалили залишки вологи і зважили. Одна пластинка була важча за іншу на 1,8 г, а загальна втрата маси пластинок склала 13 г. З яких металів були виготовлені пластинки?

4. Суміш мідного купоросу та кристалічної соди (декагідрат натрій карбонату) містить 50% за масою зв'язаної (кристалізаційної) води.

– Визначте масові частки кожної з речовин у суміші.

– Напишіть рівняння реакції, яка відбувається при розчиненні цієї суміші у воді. Які речовини будуть у розчині після їх закінчення.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 13. Задачі на обчислення за хімічними рівняннями кількості, маси, об'єму речовини, якщо один із реагентів узятий у надлишку

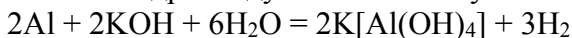
Мета: сформувати у студентів вміння розв'язувати різними способами розрахункові задачі за хімічними рівняннями кількості, маси, об'єму речовини, якщо один із реагентів узятий у надлишку.

Семінарська частина

1. Різні способи визначення яка речовина прореагувала повністю, а яка була в надлишку.
2. Методика розв'язування задач, згідно умов яких надлишок не взаємодіє з утвореною речовиною.
3. Методика розв'язування задач, згідно умов яких надлишок взаємодіє з утвореною речовиною.
4. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язку

Задача 1. Який об'єм водню, виміряний за н.у., виділиться при дії на алюміній масою 32,4 г розчину об'ємом 200 мл з масовою часткою гідроксиду калію 30% і густиною 1,29 г/мл?



Якщо дано маси двох вихідних речовин, то шукаємо, яка з речовин у недостатці і по ній ведемо розрахунок.

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Al}) = \frac{32,4\text{г}}{27\text{г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

$$v = \frac{m}{M}; \quad m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину}); \quad m(\text{р-ну}) = \rho \cdot V$$

$$v = \frac{W \cdot \rho \cdot V}{M}$$

$$v(\text{KOH}) = \frac{200 \text{ мл} \cdot 1,29 \text{ г/мл} \cdot 0,3}{56 \text{ г/моль}} = 1,38 \text{ моль}$$

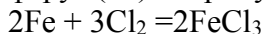
За рівнянням реакції кількості речовин співвідносяться між собою 1:1. Отже, КОН у надлишку. Розрахунок ведемо за кількістю речовини алюмінію.

$$v(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 1,2 \text{ моль} = 1,8 \text{ моль}$$

$$V = v \cdot V_m$$

$$V(\text{H}_2) = 1,8 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 40,32 \text{ л}$$

Задача 2. Унаслідок реакції між залізом масою 22,4 г та хлором, об'ємом 15,68 л (н.у.), добули ферум(III) хлорид, який розчинили у воді масою 500 г. Визначити масову частку ферум(III) хлориду в добутому розчині.



Якщо дано маси двох вихідних речовин, то шукаємо, яка з речовин у недостатчі і по ній ведемо розрахунок.

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Fe}) = \frac{22,4 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$v = \frac{V}{V_m}$$

$$v(\text{Cl}_2) = \frac{15,68 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,7 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції залізо і хлор реагують у мольному співвідношенні 2:3, отже, хлор у надлишку. Розрахунок ведемо за кількістю речовини заліза

$$v(\text{FeCl}_3) = v(\text{Fe}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{FeCl}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 162,5 \text{ г/моль} = 65 \text{ г}$$

Знайдемо масу розчину:

$$m(p\text{-ну}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{FeCl}_3)$$

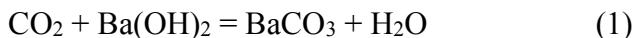
$$m(p\text{-ну}) = 500 \text{ г} + 65 \text{ г} = 565 \text{ г}$$

$$W = \frac{m(\text{речовини})}{m(\text{розчину})}$$

$$W(\text{FeCl}_3) = \frac{65}{565} = 0,115, \text{ або } 11,5\%$$

Задача 3. Яка маса осаду утвориться, якщо пропустити оксид вуглецю (IV) об'ємом 218 мл (н.у.) крізь розчин масою 20 г з масовою часткою гідроксиду барію 0,12?

Розв'язок



$$V = \frac{V}{Vm}$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{0,336\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,014 \text{ моль}$$

$$v = \frac{m}{M}; \quad m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину})$$

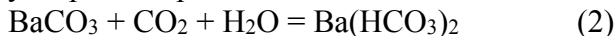
$$v = \frac{W \cdot m(p\text{-ну})}{M}$$

$$v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{20\text{г} \cdot 0,1026}{171\text{г/моль}} = 0,012 \text{ моль}$$

У недостачі барій гідроксид, тому розрахунки ведемо за кількістю речовини барій гідроксиду

$$v(\text{BaCO}_3) = v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,012 \text{ моль}$$

Осад барій карбонату реагує з надлишком вуглекислого газу з утворенням розчинної кислій солі



За рівнянням (1) на 0,012 моль барій гідроксиду витратиться 0,012 моль карбон(IV) оксиду

$$v_1(\text{CO}_2) = v(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,012 \text{ моль}$$

На взаємодію з барій карбонатом витратиться:

$$v_2(\text{CO}_2) = 0,014 \text{ моль} - 0,012 \text{ моль} = 0,002 \text{ моль} = v_1(\text{BaCO}_3)$$

Отже, кількість речовини осаду BaCO_3 становитиме:

$$v'(\text{BaCO}_3) = v(\text{BaCO}_3) - v_1(\text{BaCO}_3)$$

$$v'(\text{BaCO}_3) = 0,012 \text{ моль} - 0,002 \text{ моль} = 0,01 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m'(\text{BaCO}_3) = 0,01 \text{ моль} \cdot 197 \text{ г/моль} = 1,97 \text{ г}$$

Задача 4. Через 200 г розчину амоній дигідрофосфату з масовою часткою солі 23% пропущено газ, який одержали взаємодією 10,7 г амоній хлориду надлишком калій гідроксиду. Які речовини і якої маси залишаться в розчині після його випарювання при помірній температурі?

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{10,7\text{г}}{53,5\text{г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1) $v(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,2 \text{ моль}$

$$v = \frac{m}{M}; \quad m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину})$$

$$v = \frac{W \cdot m(p - ну)}{M}$$

$$v(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{0,23 \cdot 200\text{г}}{115\text{г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2) речовини реагують між собою у мольному співвідношенні 1:1

$$v(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = v(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 = 0,2 \text{ моль}$$

Отже, у розчині після закінчення реакції залишиться 0,2 моль амоній гідрофосфату і $0,4 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$ амоній дигідрофосфату.

$$m = v \cdot M$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 132 \text{ г/моль} = 26,4 \text{ г}$$

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,2 \text{ моль} \cdot 115 \text{ г/моль} = 23 \text{ г}$$

Задача 5. Крізь 500 г 17%-ного розчину нітрату срібла пропустили газ, що утворився при дії концентрованої сірчаної кислоти ($V=200$ мл, $W = 98\%$, $\rho=1,21$) на безводний хлорид магнію масою 114 г. Визначити процентну концентрацію сполук, що залишились у розчині після відокремлення осаду.

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}; \quad m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину}); \quad m(\text{р-ну}) = \rho \cdot V$$

$$v = \frac{W \cdot \rho \cdot V}{M}$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{200 \text{ мл} \cdot 1,21 \text{ г/мл} \cdot 0,98}{98} = 2,42 \text{ моль}$$

$$v(\text{MgCl}_2) = \frac{114 \text{ г}}{95 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

У недостатчі магній хлорид, розрахунки ведемо за кількістю речовини магній хлориду.

$$v(\text{HCl}) = 2v(\text{MgCl}_2) = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 2,4 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 87,6 \text{ г}$$



$$v(\text{AgNO}_3) = \frac{500 \text{ г} \cdot 0,17}{170 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2) кількості речовини аргентум нітрату і хлороводню відносяться 1:1. Отже, хлороводень у надлишку і розрахунок ведемо за кількістю речовини аргентум нітрату.

$$v(\text{AgCl}) = v(\text{AgNO}_3) = 0,5 \text{ моль} = v(\text{HNO}_3)$$

$$m = v \cdot M$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 142,5 \text{ г/моль} = 71,25 \text{ г}$$

У розчині після відокремлення осаду залишаться нітратна кислота кількістю речовини 0,5 моль і надлишок HCl.

$$v'(HCl) = 2,4 \text{ моль} - 0,5 \text{ моль} = 1,9 \text{ моль}$$

$$m(HNO_3) = 0,5 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 31,5 \text{ г}$$

$$m'(HCl) = 1,9 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 69,35 \text{ г}$$

Маса розчину після відокремлення осаду становитиме:

$$m'(p\text{-ну}) = m(p\text{-ну}) + m(HCl) - m(AgCl)$$

$$m'(p\text{-ну}) = 500 \text{ г} + 87,6 \text{ г} - 71,25 \text{ г} = 516,35 \text{ г}$$

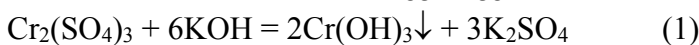
$$W = \frac{m(\text{розч. р} - \text{ни})}{m(p - \text{ну})}$$

$$W(HNO_3) = \frac{31,5}{516,35} = 0,061, \text{ або } 6,1\%$$

$$W'(HCl) = \frac{69,35}{516,35} = 0,1343, \text{ або } 13,43\%$$

Задача 6. Наважки сульфату хром(III) сульфату і калій гідроксиду по 39,2 г кожна розчинили у воді і піддали взаємодії. Обчисліть масу осаду, що утворився після закінчення реакції.

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

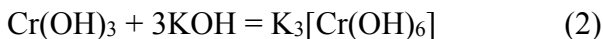
$$v(Cr_2(SO_4)_3) = \frac{39,2\text{г}}{392\text{г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$v(KOH) = \frac{39,2\text{г}}{56\text{г/моль}} = 0,7 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1) на 1 моль $Cr_2(SO_4)_3$ витрачається 0,6 моль KOH, отже, KOH у надлишку. Розрахунок ведемо за кількістю речовини хром(III) сульфату.

$$v(Cr(OH)_3) = 2v(Cr_2(SO_4)_3) = 0,2 \text{ моль}$$

Але хром(III) гідроксид проявляє амфотерні властивості і буде реагувати з надлишком калій гідроксиду.



За рівнянням реакції (1) з 0,1 моль хром(III) сульфату прореагує 0,6 моль калій гідроксиду.

$$v'(\text{KOH}) = 0,7 \text{ моль} - 0,6 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (2):

$$v_1(\text{Cr}(\text{OH})_3) = \frac{1}{3} v'(\text{KOH}) = \frac{1}{3} \cdot 0,1 \text{ моль} = 0,033 \text{ моль}$$

$$v'(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,2 \text{ моль} - 0,033 \text{ моль} = 0,167 \text{ моль}$$

$$m'(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,167 \text{ моль} \cdot 103 \text{ г/моль} = 17,2 \text{ г}$$

Лабораторна частина **Експериментальні задачі**

1. Умова Експериментальна задача №1 на виявлення вуглеводів (глюкози та фруктози) в складі фруктових соків.

Фруктові, ягідні та овочеві соки – джерело вітамінів, глюкози, фруктози, мінеральних солей, органічних речовин і ефірних масел. Соки швидко включаються в обмін речовин і майже не вимагають від організму енергетичних витрат на їх засвоєння.

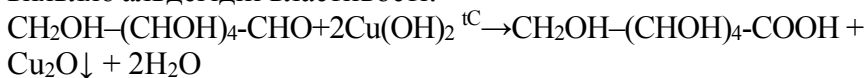
З допомогою якісних реакцій виявити в складі виноградного соку глюкозу, в складі яблучного – фруктозу.

Результат дослідження обґрунтувати за допомогою рівнянь реакцій.

Хід роботи

Для виявлення глюкози у пробірку з 1-2 мл розчину виноградного соку додати такий самий об'єм їдкого натру (NaOH) і 1-2 краплі розчину купрум (II) сульфату (CuSO₄). Суміш у пробірці збовтати і обережно нагріти до початку кипіння.

Спостерігаємо утворення осаду цегляно-червоного кольору, що свідчить про наявність глюкози, яка містить альдегідну групу і виявляє альдегідні властивості:



глюкоза

глюконова кислота

Для виявлення фруктози в складі яблучного соку провести реакцію з реактивом Селіванова: до кількох кристалів резорцину ($C_6H_4(OH)_2$) додати 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти (HCl), 1-2 мл яблучного соку і обережно нагріти до початку кипіння. Спостерігаємо появу червоного забарвлення, що вказує на наявність фруктози (плодового цукру), яка містить карбонільну групу. Отже, ми переконалися, що в складі виноградного соку міститься глюкоза, а в складі яблучного – фруктоза.

Групова робота

1. Який об'єм карбон(IV) оксиду можна добути при змішуванні розчину об'ємом 15 мл з масовою часткою натрій карбонату 7% ($\rho=1,07$ г/мл) і розчину об'ємом 8 мл з масовою часткою нітратної кислоти 16% ($\rho=1,09$ г/мл). Об'єми обчисліть за н.у.
2. До 200 г 4,9%-ного розчину фосфатної кислоти додали 50 г 6,4%-ного розчину їдкого натру. Визначте склад утворених продуктів та їх масову частку (%) в утвореному розчині.
3. Алюміній оксид масою 18 г розчинили в розчині об'ємом 60 мл з масовою часткою NaOH 30% ($\rho=1,328$ г/мл). Визначте концентрацію одержаного розчину.
4. До 400 г 5,3%-ного розчину натрій карбонату додали 200 г 5,11%-ного розчину хлоридної кислоти. Визначити склад утворених продуктів та їх масові частки в утвореному розчині.
5. Водний розчин, який містить 3,7 г кальцій гідроксиду, поглинув вуглекислий газ об'ємом 1,68 л (н.у.). Визначити масу осаду.
6. До розчину масою 200 г з масовою часткою цинк хлориду 34% долили розчин об'ємом 116 мл з масовою часткою натрій гідроксиду 32% і густиною $1,35$ г/см³. Визначте масу осаду і масові частки речовин в утвореному розчині.

7. До розчину масою 25 г з масовою часткою алюміній хлориду 8% долили розчин масою 25 г з масовою часткою натрій гідроксиду 8%. Одержаний осад відфільтрували і прожарили. Визначте масу і склад утвореного продукту.
8. До 15,36 г міді долили 183,75 мл розчину з масовою часткою нітратної кислоти 20% ($\rho=1,2 \text{ г/см}^3$). Визначити масові частки речовин в утвореному розчині.
9. При взаємодії суміші міді і цинку масою 20 г із надлишком розбавленої сульфатної кислоти виділилося 5,6 л газу (н.у.). Визначити масу міді в суміші.
10. До розчину, який містить алюміній сульфат масою 68,4 г долили розчин, що містить барій нітрат масою 182,7 г. Осад відфільтрували. Визначити маси речовин, що містяться у фільтраті.

Індивідуальна робота

1. Крізь 500 г 17%-ного розчину нітрату срібла пропустили газ, що утворився при дії концентрованої сірчаної кислоти ($V=200 \text{ мл}$, $W = 98\%$, $\rho=1,21$) на безводний хлорид магнію масою 114 г. Визначити процентну концентрацію сполук, що залишились у розчині після відокремлення осаду.
2. До водного розчину цинк нітрату масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 18,9% додали 250 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 7,2%. Визначити масу утвореного осаду.
3. Хлороводень, добутий із зразка технічного натрій хлориду масою 12 г, використали для добування концентрованої хлоридної кислоти. Вся добута кислота вступила в реакцію з манган(IV) оксидом. При цьому утворився газ об'ємом 1,12 л (н.у.). Визначте масову частку натрій хлориду у вихідному зразку.
4. Хром(VI) оксид масою 5 г вступив у реакцію з амоніаком об'ємом 2,24 л (н.у.). Добутий твердий продукт сплавили з надлишком натрій гідроксиду, а потім подіяли на реакційну

- суміш надлишком розчину сульфатної кислоти. Яку масу кристалогідрату $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ можна виділити з добутого розчину?
5. До водного розчину, який містить хром(III) хлорид масою 3,17 г, додали розчин, що містить калій сульфід масою 3,85 г. Яка речовина випаде в осад? Визначте масу осаду.
 6. До водного розчину хром(III) хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 23,775% додали 150 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 20%. Визначити масу утвореного осаду.
 7. Залізо масою 14 г сплавляли з сіркою масою 4,8 г. До добутої суміші речовин добавили надлишок хлоридної кислоти. Які гази при цьому утворюються? Визначте об'єми цих газів, виміряні за нормальних умов.
 8. У воді розчинили алюмінієві галуни $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ масою 23,7 г, добавили розчин об'ємом 24,6 мл з масовою часткою натрій гідроксиду 20% і густиною 1,22 г/мл. Які сполуки алюмінію утворяться? Визначте їх масу.
 9. Залізо масою 12,2 г сплавляли з сіркою масою 6,4 г. До добутого продукту добавили надлишок хлоридної кислоти. Газ, що виділився, пропустили крізь розчин масою 200 г з масовою часткою купрум(II) хлориду 15%. Яка маса осаду утворилася?
 10. При нагріванні суміші кальцій оксиду масою 19,6 г з коксом масою 20 г добули кальцій карбід масою 16 г. Визначте вихід кальцій карбїду, якщо масова частка вуглецю у коксі становить 90%.
 11. Яка сіль утвориться при пропусканні всього карбон(IV) оксиду, що утворився при спалюванні метану об'ємом 2,24 л (н.у.), крізь розчин об'ємом 19,1 мл з масовою часткою натрій гідроксиду 32% і густиною 1,35 г/мл? Визначте масову частку солі в добутому розчині.
 12. Суміш карбон(IV) оксиду й азоту займає за нормальних умов об'єм 4,032 л. Масові частки газів у ній однакові. Яка сіль

- утворюється під час пропускання цієї суміші об'ємом 2 л крізь розчин масою 20 г з масовою часткою натрій гідроксиду 28%?
13. До водного розчину цинк хлориду масою 250 г з масовою часткою розчиненої речовини 13,6% додали 200 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 11%. Визначити масу утвореного осаду.
 14. Злили два розчини – розчин нітратної кислоти, об'єм якого 300 мл і молярна концентрація еквівалентів HNO_3 0,48 моль/л, і розчин барій гідроксиду, об'єм якого 350 мл і молярна концентрація еквівалентів $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,24 моль/л. Яке середовище – кисле чи лужне – буде мати розчин, що отримали?
 15. До водного розчину хром(III) хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 15,85% додали 200 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 13%. Визначити масу утвореного осаду.
 16. До водного розчину алюміній(III) хлориду масою 500 г з масовою часткою розчиненої речовини 5,34% додали 200 г водного розчину калій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 13%. Визначити масу утвореного осаду.
 17. До водного розчину цинк хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 30,6% додали 200 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 19%. Визначити масу утвореного осаду.
 18. Зразок ферум(II) сульфіді обробили надлишком хлоридної кислоти. Газ, що утворився, прореагував з 26,25 мл розчину калій гідроксиду, в якому масова частка KOH становить 25% ($\rho=1,28$ г/мл). При цьому утворилася кисла сіль. Яка маса зразка ферум(II) сульфіді була взята, якщо в ньому 5% домішок?
 19. До сульфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою 51,7% додали олеум масою 40 г з масовою часткою SO_3 40%.

Яку масу барій хлориду необхідно взяти осадження всіх сульфат-іонів?

20. Який об'єм сульфур(IV) оксиду (н.у.) утвориться, якщо натрій сульфат(IV) масою 26 г помістити у хлоридну кислоту масою 150 г з масовою часткою гідроген хлориду 15%?

Варіативна складова

Творчі завдання

1. У одній з пісень рок-групи ДДТ є слова: "Медный Петр добывает стране купорос". Автори мають на увазі знамениту статую "Мідний вершник" – пам'ятник Петрові I у Санкт-Петербурзі. Прокоментуйте цю фразу з погляду хіміка.
2. Цитата з підручника для середньої загальноосвітньої школи (автори Н.Н.Буринська і Л.П.Величко): "Тому аміачна вода пахне аміаком. Її умовно позначають формулою $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і називають гідроксидом амонію, або нашатирним спиртом."
 - Перелічіть часточки (які мають заряд і не мають заряду), що можуть бути присутні у водному розчині аміаку.
 - Вкажіть типи зв'язків, за рахунок яких вони утворюються.
3. До складу суміші для хімічного нікелювання сталевих виробів входить сульфат нікелю, ацетат (або цитрат) натрію і речовина А.
Речовину А, до складу якої входить елемент X, одержують нагріванням найбільш активної з простих речовин, утворених елементом X, із розчином гідроксиду натрію. При цьому утворюється тільки два продукти: А и летка воднева сполука елемента X – речовина Б, у молярному співвідношенні А/Б = 3/1. Речовина А містить 26,14% Na, 36,36% O і 2,27% H.
 - Запишіть реакцію одержання речовини А і реакцію, що лежить в основі процесу нікелювання (елемент X окисляється в цьому процесі не до максимуму).
 - Опишіть структуру аніона, що входить до складу А.
 - Яка роль ацетату (або цитрату) натрію в процесі нікелювання?

4. Маючи у своєму розпорядженні тільки воду, крейду і кухонну сіль отримайте не менше 10 різноманітних складних неорганічних речовин у чистому вигляді (вибір процесів необмежений).
5. Прожарили 74,8 г суміші кальцій гідроксиду і кальцій карбонату. Газоподібні (за нормальних умов) продукти поглинули мінімальною кількістю (160 г) розчину натрій гідроксиду. Масова частка продукту реакції в отриманому розчині склала 27,04%. Визначите склад вихідної суміші і масову частку натрій гідроксиду в розчині, використаному для поглинання газу.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 14. Задачі з використанням закону об'ємних відношень газів

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати розрахункові задачі з використанням закону об'ємних відношень.

Семінарська частина

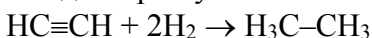
1. Задачі на знаходження об'ємів реагентів та продуктів реакції за відомим об'ємом одного з реагентів чи продуктів реакції.
2. Розрахунки вихідних об'ємів реагентів, якщо внаслідок хімічної реакції відбулася зміна об'єму вихідної системи.
3. Методика розв'язування задач, згідно умов яких один із компонентів не взаємодіє з запропонованим реагентом.
4. Методика розв'язування задач, згідно умов яких обидва компоненти взаємодіють із запропонованим реагентом.

Зразки розв'язків

Задача 1. До суміші 2 л метану й ацетилену добавлено 2 л водню. Після того, як уся суміш була пропущена над нагрітим платиновим каталізатором, її об'єм зменшився до 3,2 л, а продукти реакції не містили ненасичених вуглеводнів. Визначити об'ємні частки вуглеводнів у вихідній суміші якщо всі об'єми газів виміряні за однакових умов.

Розв'язок

З воднем реагуватиме лише ацетилен.



Нехай об'єм водню, який вступив у реакцію становить x л. Об'єми газів відносяться як кількості їх речовин, тоді об'єм ацетилену в 2 рази менший від об'єму водню і становить $0,5x$ л. Об'єм етану теж становить $0,5x$ л.

$$0,5x + x - 0,5x = 2 \text{ л} + 2 \text{ л} - 3,2 \text{ л}$$

$$x = 0,8 \text{ л}$$

Об'єм ацетилену у вихідній суміші становив $0,4$ л. Тоді об'єм метану був рівним:

$$2 \text{ л} - 0,4 \text{ л} = 1,6 \text{ л}$$

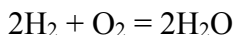
$$\varphi = \frac{V(\text{речовини})}{V(\text{суміші})}$$

$$\varphi(\text{CH}_4) = \frac{1,6\text{л}}{2\text{л}} = 0,8 \text{ або } 80\%$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{0,4\text{л}}{2\text{л}} = 0,2 \text{ або } 20\%$$

Задача 2. Спалили 42 мл суміші кисню і водню. Після реакції залишилося 6 мл кисню, що не прореагував. Визначте об'ємну частку кисню у вихідній суміші, якщо всі об'єми газів виміряні за однакових умов.

Розв'язок



Визначимо сумарний об'єм кисню і водню, які прореагували.

$$V(\text{H}_2) + V_1(\text{O}_2) = 42 \text{ мл} - 6 \text{ мл} = 36 \text{ мл}$$

Водень і кисень реагують у співвідношенні 2 : 1 (за рівнянням реакції)

Тоді:

$$V(\text{H}_2) = \frac{36\text{мл}}{3} \cdot 2 = 24 \text{ мл}$$

Об'єм кисню, що прореагував, у 2 рази менший від об'єму водню і становить 12 мл. Загальний об'єм кисню у вихідній суміші рівний:

$$V(\text{O}_2) = 12 \text{ мл} + 6 \text{ мл} = 18 \text{ мл.}$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{суміші})}$$

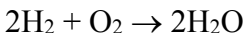
$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{18\text{мл}}{42\text{мл}} = 0,4286, \text{ або } 43,86\%$$

Задача 3. До 120 мл суміші водню і азоту (н.у.) додали 150 мл кисню і підпалили. Після закінчення реакції і приведення газів

до початкових умов їх об'єм становив 225 мл. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші.

Розв'язок

Азот за звичайних умов з киснем і воднем не реагує.



Нехай об'єм кисню, що вступив у реакцію: $V(\text{O}_2) = x$

Тоді $V(\text{H}_2) = 2x$

Якщо продукти реакції привели до початкових умов, то вода – рідина. Отже:

$$2x + x = (120 + 150) - 225 = 45$$

$$x = 15$$

Кисень у надлишку. Отже, весь водень прореагував.

$$V(\text{H}_2) = 2 \cdot 15 = 30 \text{ мл}$$

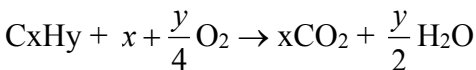
$$V(\text{N}_2) = 120 - 30 = 90 \text{ мл}$$

$$\varphi(\text{H}_2) = \frac{30}{120} = 0,25 \text{ або } 25\%$$

$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{90}{120} = 0,75 \text{ або } 75\%$$

Задача 4. До 400 мл суміші деякого вуглеводню з азотом додали 900 мл (надлишок) кисню і підпалили. Об'єм одержаної після згоряння суміші становив 1,4 л, а після конденсації парів води скоротився до 800 мл. Нове скорочення об'єму до 400 мл спостерігалось в результаті пропускання газів через розчин калій гідроксиду. Об'єми вимірювалися за однакових умов. Установіть формулу вуглеводню.

Розв'язок



$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1400 - 800 = 600 \text{ мл}$$

Розчином калій гідроксиду поглинувся вуглекислий газ:

$$V(\text{CO}_2) = 800 - 400 = 400 \text{ мл}$$

Залишилося 400 мл азоту та кисню, який не прореагував.

$$x = 400; \frac{y}{2} = 600; x + \frac{y}{4} = 700$$

Тоді об'єм кисню, який не прореагував:

$$V'(O_2) = 900 - 700 = 200 \text{ мл}$$

Тоді у вихідній суміші вуглеводню було:

$$V(C_xH_y) = 400 - 200 = 200 \text{ мл}$$

Об'єми газів відносяться як кількості їх речовини.

$$v(C_xH_y):v(CO_2):v(H_2O) = 200:400:600 = 2:4:6 = 1:2:3$$

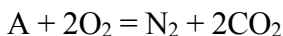
$$v(C):v(H) = 2:6$$

C_2H_6 – етан

Задача 5. Для повного спалювання 1 л невідомого газу знадобилось 2 л кисню. У результаті реакції виділилось 1 л азоту та 2 л вуглекислого газу. Знайдіть формулу спаленої речовини.

Розв'язок

A – невідомий газ. Об'єми газів відносяться як кількості їх речовини:



Отже, до складу газу A входили елементи Нітроген і Карбон. Враховуючи кількості атомів Нітрогену і Карбону після реакції та той факт, що в реакцію вступив 1 моль речовини A, виводимо формулу газу A – C_2N_2 .

$N \equiv C - C \equiv N$ – диціан.

Задача 6. Обчисліть вміст метану в суміші з киснем, якщо відомо, що 36 мл газової суміші після спалювання метану зменшилась в об'ємі на 1,8 мл. Вважати, що пара води сконденсувалася повністю.

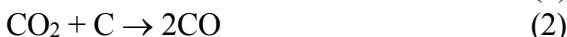
Розв'язок

$$\begin{array}{l} x \text{ мл} \quad 2x \quad x \\ CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O \\ x + 2x - x = 1,8 \\ 2x = 1,8 \\ x = 0,9 \end{array}$$

$$\varphi = \frac{V_p - n_i}{V_{\text{сум}}} = \frac{0,9}{36} = 0,025, \text{ або } 2,5\%$$

Задача 7. Пропускаючи через надлишок розжареного вуглецю кисень, одержали 232 л газоподібних продуктів, виміряних при $t=800^\circ\text{C}$ і $p=101,3$ кПа. Густина одержаної суміші за воднем становила 17,2. Обчисліть об'єм кисню, що вступив у реакцію і склад (в % за об'ємом) утворених газів.

Розв'язок



Оскільки об'єм одержаних газоподібних продуктів виміряний при $t=800^\circ\text{C}$ і $p=101,3$ кПа, визначимо, який об'єм вони займатимуть за нормальних умов.

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T}; \quad V_0 = \frac{pVT_0}{p_0 T} = \frac{101,3 \cdot 232 \cdot 273}{101,3 \cdot 1073} = 59,027 \text{ л}$$

$$M_r(\text{сум.}) = D_{\text{H}_2} \cdot M_r(\text{H}_2) = 17,2 \cdot 2 = 34,4$$

$$M_r(\text{сум.}) = \chi_1 \cdot M_{r1} + \chi_2 \cdot M_{r2}; \quad \chi(\text{CO}_2) = x, \quad \chi(\text{CO}) = (1-x)$$

$$34,4 = 44x + 28(1-x)$$

$$6,4 = 16x; \quad x = 0,4. \quad \chi(\text{CO}_2) = 0,4, \quad \chi(\text{CO}) = 0,6$$

Для газів $\chi = \varphi$. Отже, $\varphi(\text{CO}_2) = 40\%$, $\varphi(\text{CO}) = 60\%$

$$V(\text{CO}_2) = \varphi \cdot V(\text{сум.}) = 0,4 \cdot 59,027 = 23,611 \text{ л}$$

$$V(\text{CO}) = 0,6 \cdot 59,027 = 35,416 \text{ л}$$

$$\text{За рівнянням (2)} \quad V_2(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} V(\text{CO}) = 17,708 \text{ л}$$

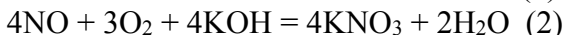
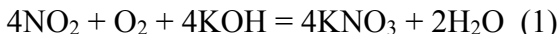
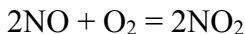
$$V(\text{CO}_2) = 23,611 + 17,708 = 41,319 \text{ л}$$

$$\text{За рівнянням (1)} \quad V(\text{O}_2) = V(\text{CO}_2) = 41,319 \text{ л}$$

Задача 8. Суміш оксидів нітрогену(II) і (IV) об'ємом 5,6 л (н.у.) змішали з 2 л кисню. Потім гази пропустили через розчин, що містив 30 г калій гідроксиду. Аналіз газу (0,5 л при н.у.), що пройшов через розчин, показав, що це кисень. Визначити склад

вихідної газової суміші в об'ємних процентах і обчисліть масові частки речовин у розчині (кінцева маса розчину 1 кг).

Розв'язок



$$V(\text{NO}_2) = x; \quad V_1(\text{O}_2) = 0,25x$$

$$V(\text{NO}) = y; \quad V_2(\text{O}_2) = 0,75y$$

$$V(\text{O}_2) = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ л}$$

$$\begin{cases} x + y = 5,6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,25x + 0,75y = 0,5 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,75x + 0,75y = 4,2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,25x + 0,75y = 0,5 \end{cases}$$

$$0,5x = 2,7; \quad x = 5,4; \quad y = 0,2$$

$$\varphi(\text{NO}_2) = \frac{5,4}{5,6} = 0,964 = 96,4\%$$

$$\varphi(\text{NO}) = \frac{0,2}{5,6} = 0,036 = 3,6\%$$

$$v(\text{KNO}_3) = v(\text{NO}) + v(\text{NO}_2) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25$$

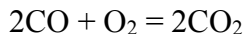
$$m(\text{KNO}_3) = 0,25 \cdot 101 = 25,25 \text{ г}$$

$$W(\text{KNO}_3) = \frac{25,25}{1000} = 0,02525 = 2,525\%$$

Задача 9. Об'єм суміші карбон(II) оксиду з киснем становила 250 мл (н.у.). Після окиснення всього оксиду об'єм суміші виявився рівним 180 мл (н.у.). Одержану газову суміш пропустили в розчин, що містить 0,25 г натрій гідроксиду.

Визначити склад (у % за об'ємом) вихідної суміші. Яка речовина утворилася в розчині після поглинання продуктів реакції? Відповідь підтвердити розрахунками.

Розв'язок



$$V_1(\text{O}_2) = 250 - 180 = 70$$

$$V(\text{CO}) = 2V(\text{O}_2) = 140$$

$$V(\text{O}_2) = 250 - 140 = 110$$

$$\varphi(\text{CO}) = \frac{140}{250} = 0,56$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{110}{250} = 0,44$$

$$v(\text{CO}_2) = \frac{0,140}{22,4} = 0,00625$$

$$v(\text{NaOH}) = \frac{0,25}{40} = 0,00625$$

$$v(\text{CO}_2) : v(\text{NaOH}) = 1 : 1$$



Задача 10. У замкнутій посудині змішали водень, кисень і хлор. Густина отриманої газової суміші за азотом становила 0,4625. Відомо, що в суміші міститься в 14 раз більше водню, ніж хлору за об'ємом. Суміш газів зірвали і охолодили. Визначте масову частку кислоти в розчині, який виявили в посудині.

Розв'язання

Позначимо об'ємну частку (φ) хлору через x .

Тоді: $\varphi(\text{Cl}_2) = x$, $\varphi(\text{H}_2) = 14x$, $\varphi(\text{O}_2) = 1 - 15x$.

Середня молекулярна маса суміші:

$$M(\text{суміші}) = D \cdot M_r(\text{N}_2) = 0,4625 \cdot 28 = 12,95 \text{ г/моль.}$$

Оскільки для газів об'ємна частка дорівнює мольній частці речовини, то:

$$M_r(\text{сум.}) = \varphi(\text{Cl}_2) \cdot M_r(\text{Cl}_2) + \varphi(\text{H}_2) \cdot M_r(\text{Cl}_2) + \varphi(\text{O}_2) \cdot M_r(\text{O}_2) = 71x + 28x + 32(1 - 15x)$$

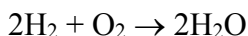
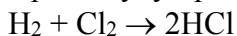
Розв'язавши рівняння одержуємо: $x = 0,05$, звідси:

$$\varphi(\text{Cl}_2) = 0,05, \varphi(\text{H}_2) = 0,70, \varphi(\text{O}_2) = 0,25.$$

Нехай кількість газів початкової суміші рівно 1 моль (задача може бути вирішена і в загальному вигляді без цього припущення), тоді:

$$v(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль}, v(\text{H}_2) = 0,70 \text{ моль}, v(\text{O}_2) = 0,25 \text{ моль}.$$

При вибуху проходять наступні реакції:



На взаємодію з указаними кількостями хлору і кисню потрібно 0,55 моль водню, значить H_2 – у надлишку, а обидва інших реагенти – у недостатчі. Тоді:

$$v(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль}, m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 36,5 = 3,65 \text{ г}.$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ моль}, m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 18 = 9,00 \text{ г}.$$

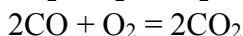
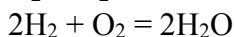
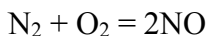
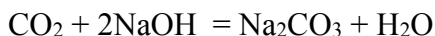
Маса розчину, що утворюється при розчиненні HCl :

$$m(\text{р-ну}) = 3,65 + 9,00 = 12,65 \text{ г}.$$

$$W(\text{HCl}) = 3,65/12,65 = 0,29 \text{ (29\%)}$$

Здача 11. 20 мл водяного газу (суміш CO_2 , CO , H_2 і N_2) пропустили крізь розчин лугу. 19,2 мл газу, які залишилися, змішали в евдіометрі з 25 мл кисню і провели вибух. Після того, як в евдіометрі газова суміш набула попередньої температури і тиску, об'єм її дорівнював 25,2 мл. Потім утворену газову суміш знову пропустили крізь розчин лугу, від чого її об'єм зменшився на 8 мл. Обчислити процентний вміст газів за об'ємом.

Розв'язок



$$V(\text{CO}_2) = 20 - 19,2 = 0,8 \text{ мл}; \varphi(\text{CO}_2) = \frac{0,8}{20} = 0,04$$

$$V(\text{CO}) = V_1(\text{CO}_2) = 8 \text{ мл}; \varphi(\text{CO}) = \frac{8}{20} = 0,4$$

$$V_1(\text{O}_2) = 4 \text{ мл}$$

$$\Delta V = 19,2 + 25 - 25,2 = 19 \text{ мл}$$

$$V(\text{H}_2) + V_2(\text{O}_2) = 19 - 4 = 15 \text{ мл}$$

$$V(\text{H}_2) = \frac{15}{3} \cdot 2 = 10 \text{ мл}; \varphi(\text{H}_2) = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$V(\text{N}_2) = 20 - (0,8 + 8 + 10) = 1,2 \text{ л}; \varphi(\text{CO}_2) = \frac{1,2}{20} = 0,06$$

Групова робота

1. Які об'єми азоту та водню необхідно взяти, щоб утворилося 224 л амоніаку? Об'єми газів виміряні за однакових умов.
2. З азоту об'ємом 67,2 л і водню об'ємом 224 л утворився аміак (об'єми газів виміряні за нормальних умов). Використавши цей аміак, добули розчин об'ємом 400 мл з масовою часткою нітратної кислоти 40% і густиною 1,25 г/мл. Визначити вихід продукту реакції.
3. Суміш азоту з воднем пропустили над нагрітим каталізатором. Після реакції об'єм суміші зменшився на 14 л. Обчисліть об'єми азоту та водню, що прореагували. Об'єми газів виміряні за однакових умов.
4. Обчислити об'єм кисню, необхідний для спалювання амоніаку об'ємом 25 м³. Об'єми газів виміряні за однакових умов.
5. Обчислити який об'єм азоту слід узяти для добування 24 м³ амоніаку, практичний вихід якого складає 14% за об'ємом від теоретично можливого.
6. Суміш азоту, нітроген(II) оксиду та нітроген(IV) оксиду об'ємом 264 мл пропустили через воду об'ємом 2 л. До 150 мл газів, які не поглинулися водою, добавили 48 мл кисню,

- після чого об'єм газів склав 165 мл. Усі виміри проводилися за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку нітроген(I) оксиду у вихідній суміші (у %).
7. З азоту об'ємом 50 м^3 одержали амоніак об'ємом 15 м^3 (об'єми газів виміряні за однакових умов).. Визначити вихід амоніаку від теоретично можливого.
 8. Суміш складається з карбон монооксиду і карбон діоксиду об'ємом 150 мл. Цю суміш спалили в надлишку кисню. Об'єм газової суміші зменшився на 45 мл. Розрахуйте об'ємні частки компонентів вихідної суміші. Всі об'єми приведені до однакових умов.
 9. Суміш водню з хлором в об'ємному відношенні 3 : 2 помістили в закриту скляну посудину над водою і поруч спалили стрічку магнію. Як зміниться тиск у посудині, якщо відомо, що при цьому прореагувало 50 % хлору? Розчинністю хлору і водню у воді можна знехтувати.
 10. Посудину певного об'єму заповнили повітрям масою 145 г, після чого в ньому спалили 6,2 г фосфору, а потім температуру привели до вихідної. Як відноситься тиск у посудині після реакції до тиску до реакції? Об'ємом твердого продукту можна знехтувати.
 11. Спалили 50 мл суміші бутану C_4H_{10} з киснем (кисень узятий у надлишку). Після закінчення реакції і приведення газів до початкових умов об'єм суміші зменшився на 17,5 мл. Розрахуй те об'ємні частки компонентів вихідної й отриманої сумішей після реакції газових сумішей. Об'єми газів виміряні при 25°C і $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$.
 12. До суміші азоту з метаном об'ємом 100 мл додали 100 мл кисню (кисень узятий у надлишку) і підпалили. Після закінчення реакції і конденсації парів води об'єм газів склав 120 мл. Об'єми газів виміряні за однакових умов. Визначте об'єм азоту у вихідній суміші.
 13. При спалюванні 134,4 л суміші метану, карбон монооксиду і етану отримали 179,2 л карбон діоксиду. Об'єми виміряні за

- н. у. Визначте об'єм етану в газовій суміші.
- Газова суміш, що складається з водню, метану і карбон монооксиду, має густину 0,857 г/л за н. у. Для повного спалювання 1 л суміші потрібно 4,52 л повітря. Визначте об'ємні частки компонентів суміші.
 - Суміш карбон монооксиду з киснем займає об'єм 1,1 л (н. у.). Після згоряння усього карбон монооксиду газову суміш пропустили через розчин натрій гідроксиду, маса якого збільшилася на 1,375 г. Визначте склад вихідної суміші газів.
 - Суміш, що складається з 2,8 л азоту і 5,6 л водню, пропустили над каталізатором. Для поглинання аміаку, що утворився, необхідні 22,6 мл розчину нітратної кислоти густиною 1,09 г/мл і масовою часткою HNO_3 16 %. Обчисліть об'ємні частки компонентів газової суміші після пропускання її над каталізатором (н. у.).
 - У закритій посудині змішали нітроген (II) оксид з надлишком кисню. Після закінчення реакції тиск у посудині зменшився в 1,25 разів. Визначте склад вихідної й отриманої газових сумішей.

Лабораторна частина
Експериментальні задачі

1. У шести пробірках без етикеток містяться такі речовини: калій гідроксид, барій хлорид, фосфор(V) оксид, барій оксид та силіцій(IV) оксид. Визначте вміст кожної пробірки, використовуючи воду, сульфатну кислоту і розчин лакмусу. Опишіть хід виконання роботи і складіть рівняння реакцій.

2. Умова: Виконайте експеримент — дослідіть якісний склад суміші цинку, міді і заліза. Для досліду візьміть суміш і обробіть її надлишком концентрованого розчину натрій гідроксиду, повинен виділитись газ, а маса нерозчинного залишку повинен бути в 2 рази меншим від маси вихідної суміші. Потім у цю реакційну суміш додайте надлишок розчину соляної кислоти. Об'єм газу, який виділився при цьому,

виявиться рівним об'єму газу, який отримали в першому випадку. Розрахуйте масові частки металів у вихідній суміші.

Обладнання та реактиви: пробірки, склянки, скляна паличка, мірний циліндр, терези, різноважки; суміш порошків цинку, міді і заліза, концентрований розчин натрій гідроксиду, розчин соляної кислоти, дистильована вода.

Індивідуальна робота

1. Чи однакова маса 1 м^3 сухого та вологого повітря? Якщо ні, то поясніть чому.
2. Визначити об'єм озонованого кисню із вмістом 25% озону, потрібного для спалювання 90 дм^3 суміші карбон (II) оксиду і водню, густина за воднем дорівнює 11,1.
3. Суміш азоту, нітроген(I) оксиду та нітроген(II) оксиду об'ємом 264 мл пропустили через воду об'ємом 2 л . До 150 мл газів, які не поглинулися водою, добавили 48 мл кисню, після чого об'єм газів склав 165 мл . Усі виміри проводилися за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку нітроген(I) оксиду у вихідній суміші (у %).
4. Обчислити об'єм повітря, який необхідний для спалювання 1 м^3 суміші газів: 95% метану (CH_4), 3% азоту, 1% етану (C_2H_6) і 1% карбон(IV) оксиду
5. Визначити густину за воднем газової суміші, що складається з аргону об'ємом 56 л і азоту об'ємом 28 л . Об'єми газів приведені до нормальних умов.
6. Азотно-водневу суміш об'ємом 100 мл піддали синтезу на платиновому каталізаторі. Після реакції об'єм суміші зменшився на 40 мл . Обчисліть вміст азоту в суміші, якщо відомо, що водень прореагував повністю, а всі об'єми виміряні за однакових умов.
7. Суміш оксиду вуглецю (IV), оксиду вуглецю (II) і кисню займала об'єм 50 мл (н.у.). Після спалювання і приведення до нормальних умов суміш не містила кисню і оксиду вуглецю (II), а її об'єм дорівнював 42 мл . Знайдіть об'ємну частку оксиду вуглецю (IV) у

вихідній суміші.

8. Які об'єми азоту та водню прореагували, якщо в результаті реакції після приведення до попередніх умов об'єм суміші зменшився на 60 л?
9. У скільки разів збільшується об'єм води при переході її з рідкого в газоподібний стан (н.у.)?
10. Для повного спалювання 1 л невідомого газу знадобилось 2 л кисню. У результаті реакції виділилось 1 л азоту та 2 л вуглекислого газу. Знайдіть формулу спаленої речовини.
11. Суміш однакових об'ємів водню та азоту пропустили через контактний апарат. Визначте об'ємні частки газів у суміші, що вийшла з контактного апарату, якщо об'ємна частка виходу амоніаку дорівнює 75%.
12. Визначити відносну густину за воднем газової суміші, яка складається з рівних об'ємів водню та гелію.
13. Для повного згоряння етану (C_2H_6) з етеном (C_2H_4) об'ємом 30 л потрібно 100 л кисню. Знайдіть об'єми газів у вихідній суміші.
14. Після вибуху 200 мл суміші водню та кисню і приведення її до нормальних умов залишилось ще 20 мл газу, що підтримує горіння. Визначити об'ємні частки газів у складі вихідної суміші. Усі об'єми виміряні за нормальних умов.
15. Визначте об'єм повітря, необхідний для спалювання 20,0 л суміші чадного газу та водню (н.у.). Густина за амоніаком цієї суміші становить 1,2.
16. Знайдіть масу 200 мл (н.у.) суміші, що містить водень, карбон(II) оксид та карбон(IV) оксид, об'єми яких співвідносяться відповідно як 1:3:4.
17. При спалюванні 10 л газової суміші, що складається з пропану (C_3H_8) та бутану (C_4H_{10}) утворилося 38 л карбон(IV) оксиду (всі виміри зроблені за однакових умов). Визначити об'єми газів у вихідній суміші.
18. За певних умов прореагувало 210 мл азоту з повітрям, у результаті цієї взаємодії утворився нітроген(II) оксид.

Знайдіть об'єм повітря необхідний для повного згорання азоту. Після вибуху 200 мл суміші водню і кисню і приведення її до нормальних умов залишилося ще 20 мл газу, що підтримує горіння. Знайдіть об'ємні частки газів у складі вихідної суміші. Всі об'єми виміряні за однакових умов.

19. Суміш водню та хлору, об'єм якої становив 150 мл, привели до умов реакції. Після закінчення реакції залишилось 50 мл хлору. Визначте об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші.
20. Обчислити склад суміші водню, метану CH_4 та кисню, якщо ця суміш об'ємом 40 мл після проходження реакції зменшила свій об'єм до 31 мл, а після пропускання продуктів реакції через розчин лугу – до 28 мл. Усі об'єми виміряні за однакових умов. Вода за даних умов – рідина.
21. Після вибуху 40 мл суміші водню з киснем залишилось 10 мл кисню. Обчисліть об'ємну частку водню у вихідній суміші, якщо всі об'єми газів виміряні за однакових умов.
22. До 20 мл суміші водню і азоту додали 10 мл кисню і спалили. Об'єм суміші, що утворилась, дорівнював 26 мл. Визначте склад початкової та утвореної суміші за умови, що вода перебуває в пароподібному стані, а всі об'єми виміряні за однакових умов
23. Об'єм газу, що утворився при повному розкладі озону, більше об'єму, що його займав чистий озон, на 4,48 л. Визначте початковий об'єм озону, якщо відомо, що всі виміри проводились за однакових умов.
24. Скільки кубометрів повітря, що містить 20% кисню, потрібно для згорання 1 м³ природного газу, що містить 90% метану (CH_4), 5% етану (C_2H_6), 3% водню і 2% азот (N_2)? Всі виміри зроблено за однакових умов.
25. Які об'єми азоту та водню прореагували, якщо в результаті реакції після приведення до попередніх умов об'єм суміші зменшився на 60 л?

26. До суміші нітроген(II) оксиду з азотом об'ємом 100 мл додали такий же об'єм кисню. Через деякий час об'єм суміші становив 170 мл. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші. Всі виміри зроблено за однакових умов.
27. Спалили 25 мл суміші кисню і водню. Після реакції залишилося 7 мл кисню, що не прореагував. Визначте об'ємну частку кисню у вихідній суміші, якщо всі об'єми приведено до однакових умов.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. При повному окисненні 7,83 г сплаву двох металів утворилося 14,23 г оксидів, при обробці яких лугом залишилося нерозчинним 4,03 г осаду. Визначте якісний склад сплаву, якщо катіони металів мають ступені окиснення +2 і +3 відповідно, а молярні відношення оксидів 1:1 (вважати, що гідроксид металу зі ступенем окислення +3 має амфотерні властивості).
2. При дії на 14 г простої речовини X надлишком лугу виділяється 22,4 л водню. При нейтралізації одержаного лужного розчину хлоридною кислотою випадає осад, який не розчиняється в надлишку кислоти. При прожарюванні осаду одержують 30 г оксиду. Яка це речовина?
3. Кристалічна речовина А при нагріванні в присутності каталізатора Б дає речовини В і Г, а при нагріванні без каталізатора Б переважно утворює сполуки В і Д. У свою чергу сполука Д при сильному нагріванні розпадається на речовини В і Г. Відомо, що сполука А може бути одержана при електролізі гарячого водного розчину речовини В. Назвіть описані речовини і напишіть рівняння згаданих реакцій.
4. Хлороводень об'ємом 16,8 л (н.у.) пропустили через 200 г 15% розчину HCl. Визначити масову частку кислоти в новоутвореному розчині.
5. Чаклун був майстром своєї справи. Він поклав у реторту

суміш білої некрystalічної речовини та білих кристалів, після чого закрив її пробкою з газовідвідною трубкою. Суміш нагрів і зібрав газ, що виділявся, у перевернуту до гори дном пробірку. Заткнувши пробірку пробкою, він занурив кінець трубки у чашу з водою, в яку перед цим додав трохи безбарвної рідини. Та диво, вода почала швидко підійматися догори, і в пробірці утворився маленький фонтан рожевого кольору. Розкрийте таємницю магії чаклуна і поясніть цей експеримент, якщо біла некрystalічна речовина – це сполука, яку використовують у будівництві після обробки водою іншої білої речовини, а білі кристали є відомим азотним добривом ($W(N) = 35\%$). Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6. У натрієвій солі оксигеновмісної кислоти хлору на останній припадає рівно третина маси. Визначити формулу солі.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.

3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 15. Розв’язування розрахункових задач на електроліз.

Мета: систематизувати знання студентів про природу електропровідності різних середовищ, навчити застосовувати закони електролізу Фарадея під час розв’язування задач, розвивати уміння застосовувати вивчений матеріал при розв’язуванні задач.

Семінарська частина

1. Закони електролізу (Фарадея). (Маса речовини, яка виділяється на електроді під час електролізу прямо пропорційна силі струму та часу його проходження через електроліт: $m=kIt$, $m=kq$.) (Електрохімічні еквіваленти прямо пропорційні молярним масам речовин та обернено пропорційні валентностям. $K=1/F \cdot n$.)
2. Катодні і анодні процеси у розплавах електролітів.
3. Катодні і анодні процеси у розчинах електролітів.
4. Задачі на визначення маси, об’єму чи кількості речовини продуктів окисно-відновних реакцій під час електролізу.

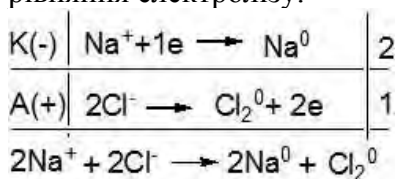
Зразки розв’язку

Електроліз – це окисно-відновний процес, який перебігає на електродах у розплаві чи розчині електроліту під дією постійного електричного струму. Електрод, з’єднаний з негативним полюсом джерела струму, називається катодом, а з’єднаний з позитивним полюсом – анодом. На катоді відбуваються процеси відновлення, а на аноді – окиснення.

Приклад: У розплаві NaCl дисоціює на йони:



Катіони під дією електричного струму будуть рухатись до катода і приймати від нього електрони (відновлюватись). На аноді буде відбуватися процес окиснення хлорид-іонів. Кількість відданих і приєднаних електронів повинна бути однаковою. То катодний процес подвоюємо і записуємо сумарне рівняння електролізу.



Електроліз розчинів.

Катодні процеси

1) катіони металів, що мають більший стандартний електродний потенціал, ніж у Гідрогену (від Cu^{2+} до Au^{3+}), при електролізі практично повністю відновлюються на катоді;

2) катіони металів, що мають малі стандартні електродні потенціали (від Li^+ до Al^{3+} включно), не відновлюються на катоді, а замість них відновлюються молекули води;

3) катіони металів, що мають стандартний електродний потенціал менший, ніж у гідрогену, але більший, ніж у алюмінію (від Al^{3+} до H^+), при електролізі на катоді відновлюються одночасно з молекулами води.

Якщо ж водний розчин містить катіони різних металів, то під час електролізу виділення їх на катоді відбувається в порядку зменшення алгебраїчної величини стандартного електродного потенціалу відповідного металу. Так, із суміші катіонів Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} спочатку відновлюватимуться катіони аргентуму ($E^\circ = + 0,80 \text{ V}$), потім катіони купруму ($E^\circ = + 0,34 \text{ V}$) і останніми — катіони феруму ($E^\circ = -0,44 \text{ V}$).

Анодні процеси

Характер реакцій, що відбуваються на аноді, залежить як від наявності молекул води, так і від речовини, з якої виготовлено анод. Звичайно аноди поділяють на нерозчинні і розчинні. Перші виготовляють з вугілля, графіту, платини, іридію; другі – з міді, срібла, цинку, кадмію, нікелю та інших металів.

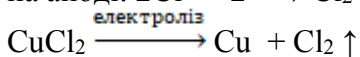
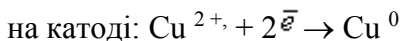
На нерозчинному аноді в процесі електролізу відбувається окиснення аніонів або молекул води.

При цьому аніони безоксигенних кислот (наприклад, S^{2-} , I^- , Br^- , Cl^-) при їх достатній концентрації легко окиснюються. Якщо ж розчин містить аніони оксигеновмісних кислот (наприклад, SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-}), то на аноді окиснюються не ці іони, а молекули води з виділенням кисню.

Зразки розв'язків

Задача 1. При електролізі розчину купрум(II) хлориду на катоді виділилася мідь масою 12,7 г. Обчисліть об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді.

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}; \quad v(Cu) = \frac{12,7}{64} = 0,198 \text{ моль}$$

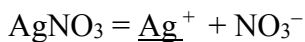
За рівнянням реакції електролізу $v(Cl_2) = v(Cu) = 0,198$ моль

$$V = v \cdot V_m;$$

$$V(Cl_2) = 0,198 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 4,445 \text{ л}$$

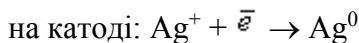
Задача 2. При електролізі водного розчину аргентум(I) нітрату на аноді виділилося 13,44 л кисню (н.у.). Визначте масу срібла, яка виділилася на катоді, якщо вихід срібла склав 90% від теоретично можливого, а вихід кисню – кількісний.

Розв'язок



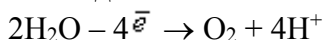
H_2O – слабкий електроліт

K^-

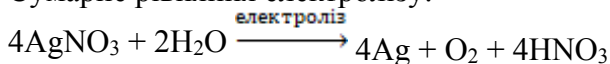


A^+

на аноді:



Сумарне рівняння електролізу:



$$v = \frac{V}{V_m}$$

$$v(\text{O}_2) = 13,44/22,4 = 0,6 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції:

$$v(\text{Ag}) = 4v(\text{O}_2) = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ моль}$$

$$m_{\text{теор.}}(\text{Ag}) = v \cdot M = 2,4 \cdot 108 = 259,2 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практ.})}{m(\text{теорет.})}$$

$$m(\text{практ.}) = m(\text{теорет.}) \cdot \eta$$

$$m(\text{практ. Ag}) = 259,2 \cdot 0,9 = 233,3 \text{ г}$$

Відповідь: $m_{\text{пр}}(\text{Ag}) = 233,3 \text{ г}$

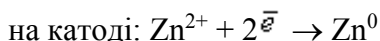
Задача 3. При електролізі водного розчину цинк хлориду на катоді виділився цинк масою 68,25 г, а на аноді – хлор об'ємом 28,22 л (н.у.). Визначте вихід цинку, якщо вихід хлору склав 90% від теоретично можливого.

Розв'язок



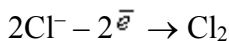
H_2O – слабкий електроліт

K^-

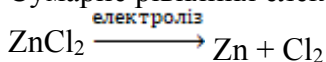


A^+

на аноді:



Сумарне рівняння електролізу:



$$m_{\text{пр}}(\text{Zn}) = 68,25 \text{ г}$$

$$V_{\text{пр}}(\text{Cl}_2) = 28,22 \text{ л}$$

$$\eta = \frac{V(\text{практ.})}{V(\text{теорет.})}$$

$$V_{\text{теорет}}(\text{Cl}_2) = \frac{V_{\text{практ}}(\text{Cl}_2)}{\eta} = \frac{28,22}{0,9} = 31,36 \text{ л}$$

$$V = \frac{V}{V_m}$$

$$v(\text{Cl}_2) = \frac{31,36}{22,4} = 1,4 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції:

$$v(\text{Zn}) = v(\text{Cl}_2) = 1,4 \text{ моль}$$

$$m = v \cdot M$$

$$m_{\text{теорет}}(\text{Zn}) = 1,4 \cdot 65 = 91 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практ.})}{m(\text{теорет.})}$$

$$\eta(\text{Zn}) = \frac{68,25}{91} = 0,75, \text{ або } 75\%$$

Відповідь: $\eta(\text{Zn}) = 75\%$

Задача 4. Через електролізер, що містить розчин калій гідроксиду об'ємом 300 мл з масовою часткою речовини 22,4% (густина 1,2 г/мл), пропустили електричний струм. Розрахуйте масову частку гідроксиду калію в розчині після відключення струму, якщо відомо, що на катоді виділився газ об'ємом 89,6 л (н.у.)

Розв'язок



H_2O – слабкий електроліт

K^-

на катоді: $H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + OH^-$

A^+

на аноді:

$2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2 + 4H^+$

Сумарне рівняння електролізу:

$2H_2O \xrightarrow{\text{електроліз}} 2H_2 + O_2$

$$v = \frac{V}{V_m}$$

$$v(H_2) = \frac{89,6}{22,4} = 4 \text{ моль}$$

$v(H_2O) = v(H_2) = 4 \text{ моль}$

$m = v \cdot M$

$m_1(H_2O) = 4 \cdot 18 = 72 \text{ г}$

$m(p\text{-ну}) = \rho \cdot V = 1,2 \cdot 300 = 360 \text{ г}$

$$W = \frac{m(p\text{-ни})}{m(p\text{-ну})}$$

$m(p\text{-ни}) = W \cdot m(p\text{-ну})$

$m(KOH) = 0,224 \cdot 360 = 80,64 \text{ г}$

$m'(p\text{-ну}) = m(p\text{-ну}) - m_1(H_2O) = 360 - 72 = 288 \text{ г}$

$$W'(KOH) = \frac{80,64}{288} = 0,28, \text{ або } 28\%$$

Лабораторна частина **Експериментальні задачі**

Завдання 1. У шість пронумерованих пробірок налито розчини натрій сульфід, барій нітрату, амоній хлориду, натрій сульфату, алюміній сульфату і плюмбум нітрату. Не використовуючи інших реактивів, розпізнайте ці речовини. Завдання слід виконувати у такій послідовності:

- складіть план проведення експерименту, можливо у вигляді таблиці; узгодьте цей план;

- використовуючи наявні реактиви та устаткування, проведіть реакції, необхідні для визначення речовин;
- після кожного досліду запишіть спостереження;
- на основі спостережень зробіть висновки.

Завдання 2. Умова: У трьох пробірках без етикеток містяться рідини: хлоридна кислота, мурашина кислота й ацетальдегід. Як хімічним способом встановити вміст кожної пробірки.

Обладнання та реактиви: пробірки, колби на 250 мл, скляна паличка, терези, різноважки, щипці; розчини хлоридної кислоти, мурашиної кислоти й ацетальдегіду, дистильована вода, аміачний розчин аргентум оксиду, лакмус

Групова робота

1. Електричний струм пропустили через 200 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 40 %. За час електролізу на аноді виділилось 10 л газу (н. у). Визначте масові частки речовин (%), що міститимуться в утвореному розчині.
2. Визначте масу мідного купоросу, поміщеного в електролізер, якщо при електролізі його водного розчину виділився кисень об'ємом 5,71 (н.у.), вихід якого ставив 85% від теоретично можливого.
3. Через 1 л розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20 % пропустили електричний струм, поки масова частка лугу не збільшилась в 1,4 раза. Обчисліть маси речовин, які виділились на електродах.
4. Алюміній отримують електролізом алюміній оксиду в розплаві. Кисень, що виділяється на аноді, окислює графітовий анод, утворюючи карбон(IV) оксид. Яка маса алюмінію була отримана, якщо внаслідок реакцій на аноді зібрали газ, об'єм якого за нормальних умов становив 67,2 л?
5. При електролізі розчину деякої кількості нітрату срібла на аноді утворюється 2,24 л газу. Який об'єм суміші газів утвориться при прожарюванні тієї ж кількості нітрату срібла?

6. Кисень, одержаний при електролізі 360мл води, витратили на окислення певної кількості фосфору. Визначте масу фосфор(V) оксиду, який при цьому одержали.
7. На відновлення цинк оксиду витратили водень, одержаний при електролізі 0,5 л води. Визначте масу одержаного цинку.
8. Газ, що утворився на аноді при електролізі водного розчину натрій хлориду, прореагував з калій бромідом, що містився у 53,55 г розчину з масовою часткою солі 20%. Визначте масу лугу, що утворився під час електролізу
9. Хлор, одержаний при повному електролізі 400 мл 2М розчину натрій хлориду, пропустили через гарячий розчин натрій гідроксиду об'ємом 600 мл (густина 1,225 г/мл) з масовою часткою лугу 20%. Розрахуйте масові частки речовин в одержаному розчині (%).
10. При електролізі 3кг розчину калій хлориду з масовою часткою солі 20% на аноді одержали газ, об'єм якого при 15°C і тиску 110 кПа становив 40 дм³. Визначте масові частки речовин в одержаному розчині (%).

Індивідуальна робота

1. За який час на аноді виділиться 7 л кисню (н.у.) при пропусканні електричного струму силою 6 А через розплав калій гідроксиду.
2. При електролізі 1л розчину купрум(II) хлориду на катоді виділилася мідь масою 12,7 г. Обчисліть об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді, якщо густина розчину 1 г/мл.
3. При електролізі водного розчину аргентум нітрату на аноді виділилося 13,44 л кисню (н.у.). Визначте масу срібла, що виділилося на катоді, якщо вихід срібла склало 90% від теоретично можливого, а вихід кисню – кількісний.
4. При електролізі водного розчину цинк хлориду на катоді виділився цинк масою 68,25 г, а на аноді – хлор об'ємом 28,22 л (н.у.). Визначте вихід цинку, якщо вихід хлору склав 90%

від теоретично можливого.

5. Визначте масу мідного купоросу, поміщеного в електролізер, якщо при електролізі його водного розчину виділився кисень об'ємом 5,71 (н.у.), вихід якого ставив 85% від теоретично можливого.
6. Через електролізер, що містить розчин калій гідроксиду об'ємом 300 мл з масовою часткою речовини 22,4% (густина 1,2 г/мл), пропустили електричний струм. Розрахуйте масову частку калій гідроксиду в розчині після відключення струму, якщо відомо, що на катоді виділився газ об'ємом 89,6 л (н.у.)
7. При електролізі 16 г розплаву деякої сполуки водню з одновалентних елементом на аноді виділився водень кількістю речовини 1 моль. Встановіть формулу речовини, взятої для електролізу.
8. Електроліз 400 мл. 6%-ного розчину купрум(II) сульфату (густина 1,02 г/мл) продовжували до тих пір, поки маса розчину не зменшилася на 10 г. Визначте масові частки сполук в останньому розчині і маси продуктів, що виділилися на інертних електродах.
9. При електролізі розчину хлориду металу, катіон якого двозарядний, на катоді виділилося 0,16 г металу. При розчиненні цієї маси металу в концентрованій нітратній кислоті виділився бурий газ об'ємом 0,112 л (н.у.) Визначте склад хлориду і його масу в розчині.
10. 1000 г 5,1%-ного розчину аргентум нітрату піддано електролізу, при цьому на катоді виділилося 10,8 г речовини. Потім у електролізер додали 500 г 13,5%-ного розчину купрум(II) хлориду. Отриманий розчин знову піддали електролізу до виділення на аноді 8,96 л газу (н.у.). Визначте масові частки речовин у кінцевому розчині.
11. Через послідовно включені в ланцюг постійного струму розчини аргентум нітрату, купрум(II) сульфату і аурум(III) хлориду пропускали струм силою 1,5 А протягом 20 хв. Розрахуйте маси металів, які осіли на катоді.

12. Обчислити масу газу, що виділився на аноді при електролізі розчину сульфатної кислоти, що відбувався протягом 10 хв при силі струму 1,5 А.
13. При дії постійного струму силою 6,4 А на розплав солі тривалентного металу на катоді протягом 30 хв виділилося 1,07 г металу, а аноді – 1344 мл (н.у.) газу, відносна густина пари якого за гелієм становить 17,75. Визначте склад солі, розплав якої піддали електролізу.
14. При проходженні через розчин нікель(II) сульфату струму силою 2А маса катода збільшилася на 2,4 г. Розрахуйте час електролізу, якщо вихід за струмом дорівнює 0,8.
15. Електричний струм пропустили через 200 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 40%. За час електролізу на аноді виділилось 10 л газу (н. у). Визначте масові частки речовин (%), що міститимуться в утвореному розчині.
16. Через 1 л розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20% пропустили електричний струм, поки масова частка лугу не збільшилась в 1,4 рази. Обчисліть маси речовин, які виділились на електродах.
17. За який час на аноді виділиться 7 л кисню (н.у.) при пропусканні електричного струму силою 6 А через розплав калій гідроксиду.
18. При електролізі 1л розчину купрум(II) хлориду на катоді виділилася мідь масою 12,7 г. Обчисліть об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді, якщо густина розчину 1 г/ мл.
19. При електролізі водного розчину аргентум нітрату на аноді виділилося 13,44 л кисню (н.у.). Визначте масу срібла, що виділилося на катоді, якщо вихід срібла склало 90% від теоретично можливого, а вихід кисню – кількісний.
20. При електролізі водного розчину цинк хлориду на катоді виділився цинк масою 68,25 г, а на аноді – хлор об'ємом 28,22 л (н.у.). Визначте вихід цинку, якщо вихід хлору склав 90%

від теоретично можливого.

21. Визначте масу мідного купоросу, поміщеного в електролізер, якщо при електролізі його водного розчину виділився кисень об'ємом 5,71 (н.у.), вихід якого ставив 85% від теоретично можливого.
22. Через електролізер, що містить розчин калій гідроксиду об'ємом 300 мл з масовою часткою речовини 22,4% (густина 1,2 г/мл), пропустили електричний струм. Розрахуйте масову частку калій гідроксиду в розчині після відключення струму, якщо відомо, що на катоді виділився газ об'ємом 89,6 л (н.у.)
23. При електролізі 16 г розплаву деякої сполуки водню з одновалентних елементом на аноді виділився водень кількістю речовини 1 моль. Встановіть формулу речовини, взятої для електролізу.
24. Електроліз 400 мл. 6%-ного розчину купрум(II) сульфату (густина 1,02 г/мл) продовжували до тих пір, поки маса розчину не зменшилася на 10 г. Визначте масові частки сполук в останньому розчині і маси продуктів, що виділилися на інертних електродах.
25. При електролізі розчину хлориду металу, катіон якого двозарядний, на катоді виділилося 0,16 г металу. При розчиненні цієї маси металу в концентрованій нітратній кислоті виділився бурий газ об'ємом 0,112 л (н.у.) Визначте склад хлориду і його масу в розчині.
26. 1000 г 5,1%-ного розчину аргентум нітрату піддано електролізу, при цьому на катоді виділилося 10,8 г речовини. Потім у електролізер додали 500 г 13,5%-ного розчину купрум(II) хлориду. Отриманий розчин знову піддали електролізу до виділення на аноді 8,96 л газу (н.у.). Визначте масові частки речовин у кінцевому розчині.
27. Через послідовно включені в ланцюг постійного струму розчини аргентум нітрату, купрум(II) сульфату і аурум(III) хлориду пропускали струм силою 1,5 А протягом 20 хв. Розрахуйте маси металів, які осіли на катоді.

28. Обчислити масу газу, що виділився на аноді при електролізі розчину сульфатної кислоти, що відбувався протягом 10 хв при силі струму 1,5 А.
29. При дії постійного струму силою 6,4 А на розплав солі тривалентного металу на катоді протягом 30 хв виділилося 1,07 г металу, а аноді – 1344 мл (н.у.) газу, відносна густина пари якого за гелієм становить 17,75. Визначте склад солі, розплав якої піддали електролізу.
30. При проходженні через розчин нікель(II) сульфату струму силою 2А маса катода збільшилася на 2,4 г. Розрахуйте час електролізу, якщо вихід за струмом дорівнює 0,8.
31. Електричний струм пропустили через 200 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 40%. За час електролізу на аноді виділилось 10 л газу (н. у). Визначте масові частки речовин (%), що міститимуться в утвореному розчині.
32. Через 1 л розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20% пропустили електричний струм, поки масова частка лугу не збільшилась в 1,4 рази. Обчисліть маси речовин, які виділились на електродах.

Варіативна складова

Творчі завдання

1. Суміш масою 13,96 г, до складу якої входили NaNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ та AgNO_3 , прожарили до припинення виділення газів. Отриманий плав обробили водою. При цьому його маса зменшилася на 4,83 г, а маса нерозчинного залишку склала 4,30 г.
- 1) Запишіть рівняння реакцій, що відбувалися.
 - 2) Визначте масові частки компонентів вихідної суміші.
2. Елемент Е утворює з Гідрогеном сполуки складу $\text{E}_x\text{H}_{2x+2}$ (сполука А), $\text{E}_{2x}\text{H}_{2x+6}$ (сполука Б) та $\text{E}_{2x+1}\text{H}_{2x+5}$ (сполука В). Молярні маси сполук Б та В відносяться як 27:32.

- 1) Визначте хімічний елемент E та сполуки A, B і B.
- 2) Запишіть рівняння реакцій сполуки A: а) з водою; б) з киснем.
- 3) Вкажіть ступені окиснення елементів у всіх сполуках, про які йдеться в задачі.
3. Наважку суміші порошоків міді, заліза та алюмінію обробили надлишком розчину NaOH. При цьому виділилося 3,00 г водню. При взаємодії такої самої наважки суміші з хлором витрачено 37,4 дм³ (об'єм виміряний за нормальних умов) цього газу, а при реакції з розчином хлоридної кислоти – 1035 см³ розчину з масовою часткою HCl 10,0% та густиною 1,10 г/см³.
 - 1) Напишіть рівняння реакцій, згаданих у тексті (якщо реакції відбуваються у водних розчинах, наведіть йонно-молекулярні рівняння).
 - 2) Розрахуйте масу наважок (з точністю до 0,1 г) та масові частки металів у суміші.
4. Наведіть по два приклади реакцій, зазначених нижче, написавши відповідні хімічні рівняння:
 - а) кислота утворюється з двох газуватих речовин;
 - б) кислота утворюється з рідкої та газуватої речовин;
 - в) кислота утворюється з двох рідких речовин;
 - г) сіль утворюється з двох твердих речовин;
 - д) сіль утворюється з двох рідких речовин;
 - е) сіль утворюється з твердої та газуватої речовинАгрегатний стан речовин наведено за звичайних умов (кімнатна температура, атмосферний тиск). Реакції можуть відбуватися за інших умов. Врахуйте, що крім зазначених продуктів реакцій можуть утворюватися й інші речовини.
5. У 1859 р. професор Імператорського Харківського університету М.М. Бекетов відкрив, що алюміній здатний відновлювати метали з їх оксидів. Відповідний метод добування металів називається алюмотермією.
 - 1) Розрахуйте тепловий ефект реакції між Al та Fe₃O₄, якщо

теплоти утворення оксидів з простих речовин становлять 822,2 кДж/моль (Fe_3O_4) і 1675,7 кДж/моль (Al_2O_3).

2) Маса суміші Al та Fe_3O_4 становить 10,0 г. Розрахуйте, скільки теплоти виділиться при реакції, якщо масова частка алюмінію у суміші складає: а) 5%; б) 15%; в) 30%; г) 50%; д) 75%. Якою є максимальна кількість теплоти, що може виділитися при реакції в 10,0 г суміші?

6. Молекула CH_4 має форму тетраедру з валентними кутами $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 109,5°. Молекула NH_3 має форму трикутної піраміди з валентними кутами $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 107,3°. Молекула H_2O має кутову форму з валентним кутом $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ 104,5°.

Роз'ясніть, чому в перелічених молекулах кути між зв'язками мають близькі значення.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хімії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.
4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 16. Розв'язування задач за рівнянням реакції заміщення між металом і розчином солі

Мета: сформувати у студентів уміння розв'язувати різними способами розрахункові задачі за рівнянням реакції заміщення між металом і розчином солі.

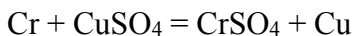
Семінарська частина

1. Обчислення маси пластинки до чи після реакції.
2. Задачі на визначення металу, що входить до складу солі.
3. Задачі на знаходження маси металу, що виділяється на пластинці після реакції.
4. Задачі на встановлення металу, з якого зроблена пластинка.
5. Задачі на визначення концентрації речовини у розчині після того, як пластинка була вийнята з розчину.
6. Ускладнені задачі.

Зразки розв'язків

Задача 1. Хромова пластинка масою 31,2 г занурена в 250 мл 4 М розчину купрум(II) сульфату. Через деякий час маса хромової пластики збільшилася на 6 г. Обчисліть масу купрум(II) сульфату, що залишився в розчині.

Розв'язок



У вихідному розчині кількість речовини купрум(II) сульфату становила:

$$C = \frac{v}{V}$$

$$v = C \cdot V$$

$$v(\text{CuSO}_4) = 0,25 \text{ л} \cdot 4 \text{ моль/л} = 1 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції всі кількості речовин рівні. Прийнемо:

$$v(\text{Cu}) = v(\text{Cr}) = v_1(\text{CuSO}_4) = x$$

$$m(\text{Cu}) = 64x$$

$$m(\text{Cr}) = 52x$$

$$m_1(\text{CuSO}_4) = 160x$$

Зміна маси пластинки відбулася за рахунок того, що певна маса міді осіла на пластинці, а певна маса хрому перейшла в розчин у вигляді йонів Cr^{2+} /

$$m(\text{пласт.}) + m(\text{Cu}) - m(\text{Cr}) = m'(\text{пласт.})$$

$$m(\text{Cu}) - m(\text{Cr}) = \Delta m(\text{пласт.})$$

$$64x - 52 = 6$$

$$12x = 6$$

$$x = 0,5$$

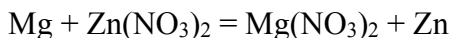
Отже, у розчині було 0,5 моль купрум(II) сульфату, з них прореагувало 0,5 моль, а в розчині залишилося 0,5 моль. Звідси маса купрум(II) сульфату, що залишився в розчині, становитиме:

$$m = \nu \cdot M$$

$$m'(\text{CuSO}_4) = 0,5 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 80 \text{ г}$$

Задача 2. У 250 г 25%-ного розчину цинк нітрату занурили магнієву пластинку. Визначити масові частки речовин в утвореному розчині, якщо маса магнієвої пластинки збільшилась на 4,1 г.

Розв'язок



За рівнянням реакції всі кількості речовини рівні. Приймемо, що

$$\nu(\text{Mg}) = \nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{Zn}) = x$$

$$m = \nu \cdot M$$

$$m(\text{Mg}) = 24x$$

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 189x$$

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 148x$$

$$m(\text{Zn}) = 65x$$

$$m(\text{пласт.}) + m(\text{Zn}) - m(\text{Mg}) = m'(\text{пласт.})$$

$$m(\text{Zn}) - m(\text{Mg}) = \Delta m(\text{пласт.})$$

$$65x - 24x = 4,1$$

$$41x = 4,1$$

$$x = 0,1$$

У вихідному розчині маса цинк нітрату становила:

$$m(\text{розч. р-ни}) = W \cdot m(\text{розчину})$$

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,25 \cdot 250 = 62,5 \text{ г}$$

$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{62,5\text{г}}{189\text{г/моль}} = 0,33 \text{ моль}$$

У реакцію вступив 0,1 моль цинк нітрату, отже, у розчині після реакції залишилося:

$$v'(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,33 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,23 \text{ моль}$$

$$m'(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,23 \text{ моль} \cdot 189 \text{ г/моль} = 43,47 \text{ г}$$

У результаті реакції утворилося 0,1 моль магній нітрату. Маса магній нітрату в розчині після реакції складатиме:

$$m(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 148 \text{ г/моль} = 14,8 \text{ г}$$

Якщо маса пластинки збільшилася на 4,1 г, то маса розчину зменшиться на 4,1 г.

$$m'(p\text{-ну}) = 250 \text{ г} - 4,1 \text{ г} = 245,9 \text{ г}$$

$$W = \frac{m(\text{розч. р} - \text{ни})}{m(p - \text{ну})}$$

$$W(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = \frac{14,8\text{г}}{245,9\text{г}} = 0,06, \text{ або } 6\%$$

$$W'(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{43,47\text{г}}{245,9\text{г}} = 0,1768, \text{ або } 17,68\%$$

Задача 3. Кусочок заліза помістили в розчин нітрату невідомого металу, який проявляє в сполуках ступінь окислення +2. Маса зра зка металу збільшилась на 1,6 г. Через одержаний розчин ферум(II) нітрату пропустили надлишок сірководню, одержавши ферум(II) сульфід масою 17,6 г. Який метал виділився із розчину?

Розв'язок



$$v = \frac{m}{M}$$

$$v(\text{FeS}) = \frac{17,6\text{г}}{88\text{г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

За рівняннями реакцій (1) і (2):

$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = v(\text{Fe}) = v(\text{Me}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,2 = 11,2$$

Прийmemo, що $M_r(\text{Me}) = a$

$$m(\text{Me}) = 0,2a$$

$$m(\text{пласт.}) + m(\text{Me}) - m(\text{Fe}) = m'(\text{пласт.})$$

$$m(\text{Me}) - m(\text{Fe}) = \Delta m(\text{пласт.})$$

$$0,2a - 11,2 = 1,6$$

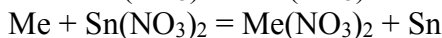
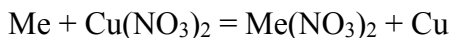
$$0,2a = 12,8$$

$$a = 64$$

Метал – мідь

Задача 4. Дві пластинки, що мають однакову масу і виготовлені з металу, що утворює двозарядні йони, занурили одну в розчин купрум(II) нітрату, а другу – у розчин станум(II) нітрату. Через деякий час маса пластинки, зануреної в розчин купрум(II) нітрату, зменшилась на 0,2%, а маса другої пластинки збільшилась на 10,8%. Зменшення молярної концентрації обох розчинів було однаковим. Визначте метал.

Розв'язок



Якщо прийняти масу пластинки за 100 г, то в першому випадку її маса зменшилася на 0,2 г, а в другому – збільшилася на 10,8 г. Оскільки зменшення молярної концентрації обох розчинів було однаковим, то в обох реакціях прореагувала однакова кількість речовини. Приймемо:

$$v(\text{Me}) = v(\text{Cu}) = v(\text{Sn})$$

$$\text{Прийmemo } M_r(\text{Me}) = a$$

$$m(\text{Me}) = ax$$

$$m(\text{Cu}) = 64x$$

$$m(\text{Sn}) = 119x$$

$$m_1(\text{пласт.}) + m(\text{Cu}) - m(\text{Me}) = m'(\text{пласт.})$$

$$m(\text{Cu}) - m(\text{Me}) = \Delta m(\text{пласт.})$$

$$m_2(\text{пласт.}) + m(\text{Sn}) - m(\text{Me}) = m'(\text{пласт.})$$

$$m(\text{Sn}) - m(\text{Me}) = \Delta m(\text{пласт.})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 64x - ax = -0,2 \\ 119x - ax = 10,8 \end{array} \right.$$

Віднявши від другого рівняння перше, одержимо:

$$55x = 11$$

$$x = 0,2$$

Підставимо значення x у перше рівняння системи двох рівнянь:

$$64 \cdot 0,2 - 0,2a = -0,2$$

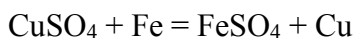
$$13 = 0,2a$$

$$a = 65$$

Невідомий метал – цинк.

Задача 5. У 200 г розчину купрум сульфату з масовою часткою солі 6% занурили залізну пластинку. Визначте масову частку (%) купрум сульфату та ферум сульфату в утвореному розчині, якщо маса залісної пластинки збільшилась на 0,32 г.

Розв'язок



$$v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Fe}) = v(\text{FeSO}_4) = v(\text{Cu}) = x \quad (\text{за рівнянням реакції})$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160x; \quad m(\text{Fe}) = 56x; \quad m(\text{FeSO}_4) = 152x; \quad m(\text{Cu}) = 64x$$

Маса пластинки змінилася за рахунок того, що $64x$ г Cu осіло на пластинці, а $56x$ г Fe з пластинки перейшло в розчин. Отже:

$$64x - 56x = 0,32$$

$$8x = 0,32$$

$$x = 0,04 \text{ (моль)}$$

Визначимо масу CuSO_4 , що вступила в реакцію, та масу FeSO_4 , що утворилася в результаті реакції:

$$m_1(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,04 = 6,4 \text{ г}; \quad m(\text{FeSO}_4) = 152 \cdot 0,04 = 6,08 \text{ г}$$

У вихідному розчині маса CuSO_4 становила:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{р-ну}) \cdot W = 200 \cdot 0,06 = 12 \text{ г}$$

Отже, після реакції в розчині залишилося CuSO_4 :

$$m_2(\text{CuSO}_4) = 12 \text{ г} - 6,4 \text{ г} = 5,6 \text{ г}$$

Якщо маса пластинки збільшилася на 0,32 г, то маса розчину зменшилася на 0,32 г.

$$\text{Отже, } m'(\text{р-ну}) = 200 \text{ г} - 0,32 \text{ г} = 199,68 \text{ г}$$

Визначимо масові частки солей в новоствореному розчині:

$$W = \frac{m(\text{р-ну})}{m(\text{р-ну})}; \quad W_2(\text{CuSO}_4) = \frac{5,6}{199,68} = 0,028, \text{ або } 2,8\%;$$

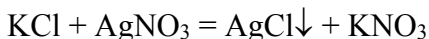
$$W(\text{FeSO}_4) = \frac{6,08}{199,68} = 0,0304, \text{ або } 3,04\%$$

Задача 6. Зразок, що містить хлориди натрію і калію, має масу 25 г. До водного розчину зразка додали 840 мл розчину AgNO_3 (0,5 моль/л). Осад відфільтрували, після чого опустили в розчин мідну пластинку масою 100 г. Через деякий час маса пластинки становила 101,52 г. Розрахуйте масові частки компонентів вихідної суміші.

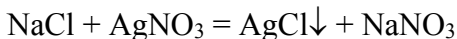
Розв'язок

$$v(\text{AgNO}_3) = 0,5 \cdot 0,84 = 0,42$$

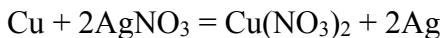
а а



б б



х 2х 2х



$$216x - 64x = 1,52$$

$$x = 0,01$$

$$v_1(\text{AgNO}_3) = 0,02$$

$$v_2(\text{AgNO}_3) = 0,42 - 0,02 = 0,4$$

$$\begin{cases} a + b = 0,4 \\ 74,5a + 58,5b = 25 \end{cases}$$

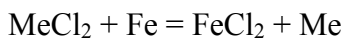
$$\begin{cases} 74,5a + 74,5b = 29,8 \\ 74,5a + 58,5b = 25 \end{cases}$$

$$b = 0,3; a = 0,1$$

$$W(KCl) = \frac{74,5 \cdot 0,1}{25} = 0,298 = 29,8\% ; W(NaCl) = 70,2\%$$

Задача 7. У водний розчин хлориду деякого двовалентного металу, що має об'єм 10 мл, опустили залізну пластинку масою 10 г. Після того, як метал з розчину повністю осів на пластинку, її маса збільшилася до 10,1 г. Потім в таку ж кількість досліджуваного розчину опустили кадмієву пластинку масою 10 г і після завершення реакції її маса зменшилася до 9,4 г. Хлорид якого металу містився в досліджуваному розчині? Поясніть процеси, що відбуваються, приводячи рівняння відповідних хімічних реакцій.

Розв'язання



За рівнянням реакції:

$$v(Fe) = v(Me) = x$$

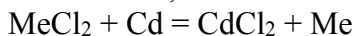
$$m(Fe) = 56x$$

$$m(Me) = ax, \text{ де } a - \text{ відносна атомна маса металу}$$

$$m(\text{пл.}) + m(Me) - m(Fe) = m'(\text{пл.})$$

$$10 + ax - 56x = 10,1$$

$$ax - 56x = 0,1$$



За рівнянням реакції:

$$v(Cd) = v(Me) = x$$

$$m(Cd) = 112x$$

$$m(Me) = ax$$

$$m(\text{пл.}) + m(\text{Me}) - m(\text{Cd}) = m'(\text{пл.})$$

$$10 + ax - 112x = 9,4$$

$$ax - 112x = -0,6$$

Складаємо систему двох рівнянь:

$$\begin{cases} ax - 56x = 0,1 \\ ax - 112x = -0,6 \end{cases}$$

$$56x = 0,7; x = 0,0125$$

Підставляємо значення x у перше рівняння системи:

$$0,0125a - 56 \cdot 0,0125 = 0,1$$

$$a = 64 \text{ Метал} - \text{мідь}$$

Лабораторна частина **Експериментальні задачі**

1. Умова: Візьміть залізну пластинку масою 50 г, опустіть в розчин мідного купоросу. Через певний час пластинку вийміть, висушіть і зважте. Обчисліть масу міді, що залишилася на пластинці, та масу заліза, яке перейшло в розчин.

Обладнання та реактиви: пробірки, колби на 250 мл, скляна паличка, терези, різноважки, щипці; розчин мідного купоросу, дистильована вода, залізна пластинка масою 50г.

2. Умова: Візьміть водний розчин, що містить йони двовалентного металу, розділіть його на дві рівні частини. В першу частину розчину опустіть залізну пластинку, у другу – кадмієву. Весь метал повинен осісти на пластинках. При цьому маса залізної пластинки повинна збільшитись на 0,2 г, а кадмієвої зменшитись на 1,2 г. Визначте, йони якого металу були в розчині.

Обладнання та реактиви: пробірки, колби на 250 мл, скляна паличка, щипці; водний розчин, що містить йони двовалентного металу, дистильована вода, залізна і кадмієва пластинка.

Індивідуальна робота

1. У розчин аргентум нітрату опущена мідна пластинка масою 28 г. Після закінчення реакції пластинка була вийнята з розчину, вимита, висушена і зважена. Маса її виявилася 32,52 г. Яка маса AgNO_3 була в розчині?
2. Кусочок заліза помістили в розчин нітрату невідомого металу, який проявляє в сполуках ступінь окислення +1. Маса зразка металу збільшилась на 16 г. Через одержаний розчин ферум(II) нітрату пропустили надлишок сірководню, одержавши ферум(II) сульфід масою 8,8 г. Який метал виділився із розчину?
3. При обробці 14,4 г калій і натрій гідридів водою утворилося 500 мл розчину лугів. Визначити склад суміші гідридів, якщо на нейтралізацію 50 мл утвореного розчину витрачено 20 мл 2 н розчину хлоридної кислоти.
4. До 24%-ного розчину амоній нітрату ($\rho=1,1$ г/мл) об'ємом 45,45 мл додали 80 г 10%-ного розчину натрій гідроксиду. Одержаний розчин швидко прокип'ятили (втратами парів води знехтувати). Визначте, які речовини залишилися в розчині й обчисліть їх масові частки.
5. У 200 г 20%-ного розчину купрум(II) сульфату занурили залізну пластинку. Визначити масові частки купрум(II) та ферум(II) сульфатів в утвореному розчині, якщо маса залізної пластинки збільшилась на 0,12 г.
6. До розчину гідраргіум(I) нітрату $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ масою 264 г з масовою часткою 20% добавили цинкові ошурки. Через деякий час концентрація гідраргіум(I) нітрату у розчині дорівнювала 6%. Визначити масу виділеної ртуті.
7. У розчин сульфату кадмію занурили цинкову пластинку масою 50 г. Після витіснення кадмію маса пластинки збільшилася на 3,76 %, Визначити масу кадмію, що виділилася на пластинці.

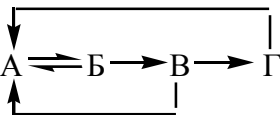
8. У розчин, що містить 16 г сульфату міді, занурили кадмієву пластинку. Після повного витіснення міді маса пластинки зменшилася на 12 %. Визначити масу зануреної пластинки.
9. У 250 г 20%-ного розчину SnCl_2 занурили цинкову пластинку. Через деякий час маса пластинки збільшилась на 12,711 г. Визначити масову частку станум(II) хлориду в розчині після реакції.
10. У 200 г 6%-ного розчину купрум(II) сульфату занурили залізну пластинку. Визначити масову частку купрум(II) сульфату та ферум(II) сульфату в утвореному розчині, якщо маса залізної пластинки збільшилась на 0,32 г.
11. Залізна пластинка, занурена у розчин купрум(II) сульфату, збільшила свою масу на 0,32 г. Визначити масу купрум(II) сульфату, що прореагував?
12. У розчин, що містить 4,48 г металу у вигляді його сульфату, занурили цинкову пластинку. Після повного витіснення металу маса пластинки збільшилась на 1,88 г. Визначити еквівалентну масу та назву металу.
13. Цинкову пластинку масою 80 г занурили в 240 г розчину плюмбут(II) нітрату. Через деякий час маса пластинки стала рівною 94,2 г. Яка масова частка цинк нітрату в новоутвореному розчині?
14. У розчин аргентум нітрату опущена мідна пластинка масою 28 г. Після закінчення реакції пластинка була вийнята з розчину, вимита, висушена і зважена. Маса її виявилася 32,52 г. Яка маса AgNO_3 була в розчині?
15. У розчин, що містить 8,32 г кадмій(II) сульфату, занурили цинкову пластинку. Після повного виділення кадмію маса пластинки збільшилась на 2,35%. Визначити масу цинкової пластинки.
16. У розчин, що містить 3,2 г металу у вигляді хлориду, занурили залізну пластинку масою 50 г. Після повного виділення металу маса пластинки збільшилась на 0,8 %. Визначити еквівалентну масу та назву металу.

17. У 200 г 4%-ного розчину купрум(II) сульфату занурили залізну пластинку. Визначити масову частку купрум(II) сульфату та ферум(II) сульфату в утвореному розчині, якщо маса залізної пластинки збільшилась на 0,32 г.
18. Кусочок заліза помістили в розчин нітрату невідомого металу, який проявляє в сполуках ступінь окислення +1. Маса зразка металу збільшилась на 16 г. Через одержаний розчин ферум(II) нітрату пропустили надлишок сірководню, одержавши ферум(II) сульфід масою 8,8 г. Який метал виділився із розчину?
19. У розчин, що містить 5,44 г хлориду ртуті, занурили мідну пластинку. Після повного виділення всієї ртуті маса пластинки збільшилась на 6,85 %. Визначити масу зануреної пластинки.
20. Цинкову пластинку масою 80 г занурили в 240 г розчину плюмбут(II) нітрату. Через деякий час маса пластинки стала рівною 94,2 г. Яка масова частка цинк нітрату в новоутвореному розчині?
21. У 200 г 20%-ного розчину купрум(II) сульфату занурили залізну пластинку. Визначити масові частки купрум(II) та ферум(II) сульфатів в утвореному розчині, якщо маса залізної пластинки збільшилась на 0,12 г.
22. До розчину гідраргіум(I) нітрату $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ масою 264 г з масовою часткою 20% добавили цинкові ошурки. Через деякий час концентрація гідраргіум(I) нітрату у розчині дорівнювала 6%. Визначити масу виділеної ртуті.
23. У розчин аргентум нітрату опущена мідна пластинка масою 28 г. Після закінчення реакції пластинка була вийнята з розчину, вимита, висушена і зважена. Маса її виявилася 32,52 г. Яка маса AgNO_3 була в розчині?
24. У розчин, який містить 2,24 г двохвалентного металу у вигляді сульфату, занурили цинкову пластинку. Після повного виділення металу маса пластинки збільшилася на 0,94 г Який це метал?

25. У 20%-ний розчин AgNO_3 масою 250 г занурили мідну платівку. Через деякий час платівку вилучили з розчину та визначили вміст іонів срібла в розчині, який виявився рівним 0,03 моль/л. Визначити кількість іонів міді, що перейшли до розчину.
26. У 250 г 20%-ного розчину SnCl_2 занурили цинкову пластинку. Через деякий час маса пластинки збільшилась на 12,711 г. Визначити масову частку станум(II) хлориду в розчині після реакції.
27. У розчин, який містить 8,32 г сульфату кадмій(II) сульфату, занурили цинкову пластинку. Після повного виділення кадмію маса пластинки збільшилась на 2,35%. Визначте масу цинкової пластинки.
28. У розчин купрум(II) сульфату занурили залізну пластинку. Яка маса міді виділиться на пластинці, якщо маса пластинки збільшилась на 0,4 г?

Варіативна складова
Творчі завдання

1. Здійснить перетворення для неорганічних речовин за такою схемою:



- якщо речовина А – тверда речовина, а речовина Г – кислота. Напишіть для кожного перетворення рівняння реакції.
2. А, Б, В – прості речовини (гази), утворені хімічними елементами з різних груп періодичної системи Д.І. Менделєєва. Речовина А взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Г, яка не змінює колір індикаторів. Речовина Б взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Д, яка не взаємодіє з водою, лугами, кислотами. Речовина А взаємодіє

з речовиною Б і утворює речовину Е, що має різкий характерний запах і вимагає обережності в користуванні. Речовина Е добре реагує з речовиною Г. При цьому утворюється речовина Ж, яка змінює забарвлення фенолфталеїну. Визначити речовини А-Ж, назвати ці речовини, написати всі згадані рівняння реакцій.

3. При пропусканні надлишку сірководню через розчин, що містить 0,8 г деякої солі сульфатної кислоти, випало 0,48 г осаду. Визначте, сіль якого металу містилася в початковому розчині.
4. Об'єм суміші карбон(II) оксиду з киснем становила 250 мл (н.у.). Після окиснення всього оксиду об'єм суміші виявився рівним 180 мл (н.у.). Одержану газову суміш пропустили в розчин, що містить 0,25 г натрій гідроксиду. Визначити склад (у % за об'ємом) вихідної суміші. Яка речовина утворилася в розчині після поглинання продуктів реакції? Відповідь підтвердити розрахунками.
5. На суміш цинк сульфїду, натрій хлориду і кальцій карбонату масою 80 г подїяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому утворилася суміш газів об'ємом 13,44 л (н.у.). При взаємодїї цієї газової суміші з надлишком сульфур(IV) оксиду утворилася тверда речовина масою 19,2 г. Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.

Рекомендована література

Основна

1. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К.: Либідь, 1996. – 80 с.
2. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 176 с.
3. Шаповалов А.І. Методика розв'язування задач з хїмії. – К.: Рад. шк., 1989. – 87 с.

4. Ярошенко О.Г., Новицька В.І. Збірник задач і вправ з хімії. – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. — К.: Станіца-Київ, 2003. — 234 с.

Додаткова

1. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. – К.: Рад. шк., 1982. – 127 с.
2. Слета Л.А., Черный А.В., Холин Ю.В. 1001 задача по химии с ответами, указаниями, решениями. – Харьков: Ранок, 2000. – 368 с.
3. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник – К. : Літера ЛТД, 2015. – 464 с.

Тема 17. Модульний контроль 1

Змістовий модуль 2. Розв'язування задач з різних розділів неорганічної та органічної хімії

Тема 18. Задачі з теми основні класи неорганічних сполук

Мета: систематизувати знання студентів про основні класи неорганічних сполук, удосконалити вміння розв'язувати розрахункові задачі з хімії різних типів.

Семінарська частина

1. Металічні і неметалічні елементи, особливості будови їх атомів.
2. Перехідні елементи.
3. Класифікація простих речовин.
4. Класифікація складних речовин.
5. Властивості і добування оксидів, кислот, основ і солей.

Задачі для самостійного розв'язання

1. До водного розчину цинк нітрату масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 18,9% додали 250 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 7,2%. Визначити масу утвореного осаду.
2. До водного розчину, який містить хром(III) хлорид масою 3,17 г, додали розчин, що містить калій сульфід масою 3,85 г. Яка речовина випаде в осад? Визначте масу осаду.
3. До водного розчину хром(III) хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 23,775% додали 150 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 20%. Визначити масу утвореного осаду.
4. Залізо масою 14 г сплавляли з сіркою масою 4,8 г. До добутої суміші речовин добавили надлишок хлоридної кислоти. Які газу при цьому утворюються? Визначте об'єми цих газів, виміряні за нормальних умов.
5. Залізо масою 12,2 г сплавляли з сіркою масою 6,4 г. До добутого продукту добавили надлишок хлоридної кислоти.

- Газ, що виділився, пропустили крізь розчин масою 200 г з масовою часткою купрум(II) хлориду 15%. Яка маса осаду утворилася?
6. При нагріванні суміші кальцій оксиду масою 19,6 г з коксом масою 20 г добули кальцій карбід масою 16 г. Визначте вихід кальцій карбїду, якщо масова частка вуглецю у коксі становить 90%.
 7. До водного розчину хром(III) хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 15,85% додали 200 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 13%. Визначити масу утвореного осаду.
 8. До водного розчину цинк хлориду масою 200 г з масовою часткою розчиненої речовини 30,6% додали 200 г водного розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 19%. Визначити масу утвореного осаду.
 9. Визначте маси 10%-них розчинів фосфатної кислоти та натрій гідроксиду, необхідні для добування розчину, в якому міститься 9,6 г натрій дигідрогенфосфату та 2,84 г динатрій гідроген фосфату.
 10. До 200 г 5,3%-ного розчину натрій карбонату додали 300 г 3,36%-ного розчину нітратної кислоти. Визначте склад утворених продуктів та їх масову частку (%) в утвореному розчині.
 11. До 300 мл 0,6 М розчину нітратної кислоти додали 200 мл 0,6 М розчину натрій карбонату. Визначте склад утворених продуктів та їх молярну концентрацію в утвореному розчині, якщо припустити, що об'єм його не зменшився при виділенні утвореного вуглекислого газу.
 12. Зразок ферум(II) сульфїду обробили надлишком хлоридної кислоти. Газ, що утворився, прореагував з 26,25 мл розчину калій гідроксиду, в якому масова частка КОН становить 25% ($\rho=1,28$ г/мл). При цьому утворилася кисла сіль. Яка маса зразка ферум(II) сульфїду була взята, якщо в ньому 5% домішок?

13. При прожарюванні 5 г суміші KCl і KNO_3 одержали 4,68 г залишку. Визначити склад вихідної і одержаної сумішей.
14. У 10 г суміші, яка складається з кальцій сульфату і кальцій фосфату, міститься 3,2 г кальцію. Скільки грамів фосфору у цій суміші?
15. При обробці 4,52 г суміші KCl і KNO_3 сульфатною (сірчаною) кислотою добули 4,35 г калій сульфату. Визначити кількісний склад вихідної суміші.
16. При обробці 1,724 г суміші $NaCl$ і KCl сульфатною (сірчаною) кислотою добули 2,024 г K_2SO_4 і Na_2SO_4 . Визначити хімічний склад і масу вихідної та одержаної сумішей.
17. Суміш містить 30% натрій карбонату, 45% натрій сульфату і 25% кальцій карбонату. Скільки відсотків Натрію містить суміш?
18. При обробці 10,88 г суміші $CaCO_3$ і $MgCO_3$ сульфатною (сірчаною) кислотою утворилося 15,2 г $CaSO_4$ і $MgSO_4$. Визначити кількісний склад вихідної і одержаної сумішей.
19. Суміш містить 72% кальцій дигідроксиду, 12% піску і 16% води. Обчислити скільки Кальцію містить 1 тонна безводної суміші після її висушування.
20. При обробці 11,1 г суміші $CaCO_3$ і $Ca(HCO_3)_2$ сульфатною (сірчаною) кислотою утворилося 10,88 г $CaSO_4$. Визначити кількісний склад вихідної суміші.
21. У якій кількості потрібно змішати кальцій оксид і кальцій дигідроксид, щоб суміш містила 60% кальцію?
22. При розкладі 9,68 г суміші $KHCO_3$ і $NaHCO_3$ утворилося 1,12 л CO_2 (н.у). Визначити хімічний склад і масу утвореної суміші та кількісний склад вихідної суміші.
23. При прожарюванні 7,1 г суміші кальцій і магній карбонатів одержано 3,8 г їх оксидів. Який відсотковий склад карбонатів?
24. При нагріванні 13,52 г суміші K_2CO_3 і $KHCO_3$ утворилося 896 мл карбон діоксиду (CO_2). Знайти склад вихідної суміші.

25. При прожарюванні 72,8 г суміші калій і натрій нітратів виділилося 8,96 л кисню (н.у.). Знайти склад вихідної суміші.
26. У 200 г суміші кальцій, калій і натрій фосфатів міститься 30 г металів. Скільки Фосфору міститься у суміші?
27. Суміш KCl і $NaCl$ має масу 1,585 г. Після перетворення хлоридів у сульфати маса збільшилась до 1,878 г. Визначити кількість $NaCl$ у вихідній суміші.
28. У процесі виробництва $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ одержали 1 тонну 98%-ного розчину купрум(II) сульфату $CuSO_4$, на що затратили 0,48 тонни мідного брухту. Який відсоток від теоретично можливого складає вихід мідного купоросу?
29. 29 г манган діоксиду обробили розчином, який містить 50 г HCl . Скільки виділилося при цьому: а) грамів, б) молів, в) літрів хлору (н.у.)?
30. Надлишком розчину лугу обробили 1 г сплаву міді з алюмінієм. Залишок сплаву розчинили у нітратній (азотній) кислоті, сіль виділили і прожарили. Маса залишку після прожарювання дорівнює 0,4 г. Який відсотковий склад сплаву?
31. Скільки сульфатної (сірчаної) кислоти можна одержати з 1 тонни залізного колчедану, який містить 45% FeS_2 ?
32. При розчиненні 4 г сплаву цинку і алюмінію у нітратній (азотній) кислоті одержали 25,08 г цинк і алюміній нітратів. Обчислити відсотковий склад сплаву.
33. При випалюванні 0,5 тонн піриту, який містить 45% Сульфуру, добули 440 кг SO_2 . Обчислити вихід SO_2 у відсотках від теоретично можливого.
34. Скільки гіпсу $CaSO_4$ як побічного продукту утворюється при добуванні H_3PO_4 у результаті взаємодії 1 тонни фосфориту, що містить 90% $Ca_3(PO_4)_2$ з сульфатною кислотою, взятою з великим надлишком?)
35. Скільки грамів хлору можна добути при взаємодії 0,5 моль $KClO_3$ і необхідної кількості хлоридної кислоти? Який об'єм займе ця кількість хлору за нормальних умов?

36. При дії певної кількості сульфатної кислоти на 620 кг природного фосфориту добули 390 кг H_3PO_4 . Обчислити відсотковий вміст $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ у вихідному фосфориті.
37. У результаті взаємодії KClO_3 з HCl утворилося 30 моль Cl_2 . Обчислити кількість KClO_3 і подати її у: а) г/моль; б) кмоль; в) грамах.
38. Яка кількість міді окиснюється при нагріванні її: а) з 56 г розведеної HNO_3 ; б) з 126 г концентрованої HNO_3 ? Який газ утворюється у кожному з цих випадків?
39. Скільки грамів алюміній трихлориду утворюється у результаті взаємодії: а) 5,4 г алюмінію з необхідною кількістю хлору; б) 108 г алюмінію з 355 г хлору?
40. Скільки 100%-ної нітратної (азотної) кислоти можна добути з 1 тонни аміаку, якщо вихід складає 92% від теоретично можливого?
41. Для добування амоній гідрогенкарбонату NH_4HCO_3 затрачено 17 кг аміаку і необхідну кількість H_2CO_3 . Яка маса продукту реакції, якщо вихід його складає 98% від теоретично можливого?
42. На виробництво 2 тонн залізного купоросу, який містить 52,6% FeSO_4 , затрачено 0,5 тонни залізного брухту. Який відсоток від теоретично можливого складає вихід FeSO_4 ?
43. Скільки відсотків Сульфуру у сульфаті деякого металу, якщо сульфат містить 20,5% цього металу?
44. При виробництві сульфатної кислоти контактним способом втрати сірки становлять 8%. Скільки необхідно залізного колчедану FeS_2 , що містить 30% Сульфуру, для виробництва 1 тонни 96%-ної сульфатної кислоти?
45. Карбонат деякого металу містить 65,19%, а нітрат – 47,54% цього металу. Обчислити атомну масу і ступінь окиснення металу.
46. Сульфат деякого металу містить 49% Оксигену. Обчислити відсотковий склад солі.

47. Тальк, який застосовується для електро- і радіокераміки (радіопорцелян), містить 0,53% Гідрогену, 19,22% Магнію, 29,63% Силіцію та 50,62 % Оксигену. Знайти формулу тальку.
48. При взаємодії 174 кг манган (IV) оксиду з хлоридною (соляною) кислотою утворюється 140 кг хлору. Які витрати хлору в процесі його добування?
49. У 400 г суміші залізного і мідного купоросів $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ міститься 156 г води. Скільки мідного купоросу міститься у суміші?
50. Скільки кальцій фосфату, що містить 12% домішок, необхідно для одержання фосфору у кількості: а) 200 кг, б) 6 тонн, якщо вихід складає 92% від теоретично можливого?
51. Суміш фосфату і нітрату амонію містить 30% Нітрогену. Скільки у ній відсотків Фосфору?
52. Суміш CaCO_3 і SrCO_3 масою 1,738 г прожарили і одержали суміш оксидів масою 1,078 г. Яка маса CaCO_3 міститься у вихідній суміші?

Тема 19. Задачі з теми періодичний закон і періодична система хімічних елементів

Мета: Узагальнити знання студентів з теми періодичний закон і періодична система хімічних елементів, удосуналити уміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі.

Семінарська частина

1. Будова електронних оболонок атомів елементів малих періодів.
2. Особливості будови електронних оболонок атомів елементів великих періодів.
3. Електронна та графічно-електронна конфігурації атомів s-, p-, d-елементів
4. Характеристики атомів елементів: радіус атома, електронегативність і закономірності зміни їх у періодах і групах.
5. Характеристика хімічного елемента за його положенням у періодичній системі та будовою атома.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Елемент розташований у I групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 18,8 г, реагуючи з водою утворює 22,4 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
2. Елемент розташований у VI групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 40 г, реагуючи з водою утворює 49 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
3. Елемент розташований у V групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 35,5 г, реагуючи з водою утворює 49 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
4. Елемент розташований у II групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 7 г, реагуючи з водою утворює 9,25 г

- гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
5. Елемент розташований у IV групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 33 г, реагуючи з водою утворює 46,5 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
 6. Елемент розташований у II групі головній підгрупі. Його вищий оксид масою 30,6 г, реагуючи з водою утворює 34,2 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну формулу його атома.
 7. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $3s^23p^5$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.
 8. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $6s^2$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.
 9. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $3s^23p^4$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.
 10. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $5s^1$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого

оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.

11. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $3s^23p^2$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.
12. Хімічний елемент має будову зовнішнього енергетичного рівня $3s^2$. За будовою зовнішнього енергетичного рівня визначити, який це елемент, написати формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, визначити характер їх властивостей (кислотний, основний, амфотерний) та написати рівняння хімічних реакцій, які підтверджують характер властивостей цих сполук.
13. Елемент розташований у II групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 15,3 г реагуючи з водою утворює 17,1 г гідрату оксиду. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
14. Елемент розташований у III групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 12,76 г взаємодіє з хлоридною кислотою, утворює 33,4 г хлориду. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
15. Елемент розташований у IV групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 10 г сплавили з натрій гідроксидом, одержавши 20,3 г солі. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
16. Елемент розташований у IV групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 88 г поглинув калій гідроксид, утворивши сіль масою 156 г. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.

17. Елемент розташований у I групі головної підгрупи. Його вищий оксид масою 15,5 г реагуючи з сульфатною кислотою, утворює 35,5 г солі. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
18. Елемент розташований у VI групі головної підгрупи. Гідрат його вищого оксиду масою 49 г повністю нейтралізується 40 г натрій гідроксиду. Визначте елемент та запишіть електронну конфігурацію його атома.
19. Загальна формула кислоти HEO_4 . Електронна оболонка кислотоутворюючого елемента має 3 енергетичні рівні. Назвіть кислоту і складіть формулу оксиду, що відповідає наведеній кислоті.
20. Кислота має формулу типу H_2EO_3 . У кислотоутворюючого елемента вищий ступінь окислення. Елемент розташований у IV періоді і належить до р-елементів. Назвіть кислоту, складіть формулу оксиду, що відповідає наведеній кислоті.
21. Елемент розташований у III періоді, утворює газоподібну водневу сполуку, в якій він тривалентний. Напишіть формулу водневої сполуки і формулу вищого оксиду цього елемента.
22. Кислота має формулу типу H_2EO_4 . Елемент у ній виявляє вищий ступінь окислення, а його атом має чотири електронних рівні. Що це за кислота?
23. Елемент утворює з воднем летку водневу сполуку, формула якої EH_2 . Про який елемент ідеться, якщо відомо, що у його атома на 3 електронних рівні більше, ніж у атома найпоширенішого у природі елемента? Назвіть елементи. Що спільного у будові зовнішніх електронних оболонок цих атомів?
24. Назвіть елемент та запишіть електронну формулу його атома за такими даними: знаходиться у IV періоді, має вищий оксид типу E_2O_5 . З Гідрогеном леткої водневої сполуки не утворює.

25. Гідрат вищого оксиду елемента III групи головної підгрупи має відносну молекулярну масу 78. Назвіть хімічний елемент, складіть формули його вищого оксиду та гідрату вищого оксиду, зазначте їх характер.
26. Елемент X, відкритий у 1817 року І.Берцеліусом, утворює два оксиди А і Б, які містять відповідно 28,83 і 37,80% Оксигену. Визначте елемент X і формули оксидів А і Б. Напишіть можливі рівняння реакцій їхньої взаємодії з водою і назвіть продукти цих реакцій.
27. При взаємодії двох простих речовин, що знаходяться в одній групі, утворився газ А, що володіє різким запахом і має густину за повітрям 2,21. 5,6 л газу А (умови нормальні) пропустили через надлишок вапняної води, внаслідок чого утворився осад Б. Визначте масу і колір осаду Б. Наведіть рівняння реакцій.
28. Оксид елемента, в якому він проявляє вищу валентність, – це тверда речовина, що плавиться та переганяється без розкладу. Оксид розчиняється у воді, утворюючи досить сильну одноосновну кислоту, натрієва сіль цієї кислоти містить 23,42% кисню. Який це елемент? Яка формула оксиду?
29. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 15, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
30. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 14, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
31. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 6, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені

окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?

32. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 7, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
33. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 17, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
34. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 16, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
32. Запишіть формулу вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном елемента з протонним числом 6. Зазначити тип хімічного зв'язку та ступені окиснення елементів у цих сполуках.
33. Які речовини, формули яких наведені нижче, можуть виступати лише окисниками, лише відновниками, чи окисниками і відновниками: NH_3 , N_2 , N_2O , N_2O_5 , NO , HNO_3 , NO_2 , N_2O_3 ? Відповідь пояснити.
34. Напишіть окисно-відновне рівняння реакції одержання свинцю з плюмбум(II) оксиду і визначте масу відновника, необхідну для одержання 103,5 г свинцю.
35. Напишіть окисно-відновне рівняння реакції горіння етену (C_2H_4) і визначте об'єм окисника, необхідний для спалювання 42 г етену.
36. Складіть формули трьох сполук Оксигену з Хлором, у яких Хлор має ступені окиснення +1, +4 і +7. Визначити типи хімічного зв'язку в цих сполуках.

37. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 16, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
38. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 15, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
39. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 7, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
40. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 6, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
41. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 14, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.
42. Напишіть електронну формулу атома хімічного елемента з протонним числом 17, формулу його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте ступені окиснення цього елемента у даних сполуках.

Тема 20. Задачі з теми водень

Мета: Узагальнити знання студентів з теми водень. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові задачі.

Семінарська частина

1. Гідроген. Місце у періодичній системі. Будова атома. Ізотопи. Поширення Гідрогену в природі
2. Водень. Склад молекули і будова речовини.
3. Добування водню.
4. Фізичні та хімічні властивості водню: взаємодія з неметалами, металами, оксидами металів, етиленом та ацетиленом.
5. Застосування водню.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Змішали 5 л хлору і 2 л водню. Який об'єм хлору залишився після реакції?
2. В евдіометрі підірвали 40 мл суміші водню й кисню. Після видалення води залишилось 4 мл кисню. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші, якщо виміри зроблено за одних і тих же умов.
3. До 10 л водню додали 9 л хлору (р.у.), після чого на суміш подіяли ультрафіолетовим випроміненням. Продукт реакцій розчинили у воді об'ємом 200 мл. Визначте масову частку речовини в одержаному розчині.
4. В евдіометрі підірвали 40 мл суміші водню й кисню. Після видалення води залишилось 4 мл кисню. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші, якщо виміри зроблено за одних і тих же умов.
5. У суміші оксидів кількість речовини нікол(II) оксиду відноситься до кількості речовини купрум(II) оксиду як 2:1. Визначте об'єм водню (н.у.), що потрібно використати для відновлення металів із цієї суміші масою 20,7 г.

6. На відновлення суміші ферум(III) оксиду та цинк оксиду масою 40,1 г витратили 15,68 л водню (н.у.). Визначте масові частки оксидів у вихідній суміші.
7. Газ, одержаний у результаті розчинення кальцій гідриду у воді, пропустили над розжареними вольфрам(VI) оксидом. Маса оксиду при цьому зменшилась на 40 г. Обчисліть масу кальцій гідриду, що витратили під час цих реакцій.
11. При спалюванні водню в кисні об'єм газової суміші скоротився на 12 мл. Обчисліть об'єм водню у вихідній суміші. Об'єми виміряно при 110°C і $1,013 \cdot 10^5$ Па.
12. Підірвали 87 мл суміші водню з киснем (об'єм вимірний при 110°C і $1,013 \cdot 10^5$ Па). Після вибуху й приведення продуктів реакції до вихідних умов об'єм газу склав 60 мл. Визначте склад вихідної суміші.
13. В апарат для добування водню пропустили суміш карбон(II) оксиду з водяною парою у співвідношенні 1 : 5. Визначити ступінь перетворення карбон(II) оксиду, якщо після виходу парогазової суміші з контактного апарату в ній містилось 10 % карбон(II) оксиду.
14. У контактний апарат для добування водню подали 600 м^3 суміші оксиду вуглецю (II) з водяною парою у співвідношенні 1 : 5. Після реакції, конденсації водяної пари та приведення суміші до початкових умов об'єм її дорівнював 160 м^3 . Визначити ступінь перетворення оксиду вуглецю (II).
15. Для конверсії метану вуглекислим газом при добуванні водню в контактний апарат пропустили суміш однакових об'ємів метану і вуглекислого газу. Визначити об'ємний склад утвореної газової суміші у відсотках, якщо ступінь перетворення становить 60 %.
16. Визначити густину за воднем газової суміші, що складається з аргону об'ємом 56 л і азоту об'ємом 28 л. Об'єми газів приведені до нормальних умов.

17. 30 г суміші заліза, ферум(II) оксиду і ферум(III) оксиду обробили 514,5 г 10%-ного розчину сульфатної кислоти. Обчислити процентний склад вихідної суміші, якщо відомо, що вона повністю розчинилася, при цьому виділилося 1,12 л (н.у.) водню і витратилася вся кислота.
18. При обробці водою 3,6 г суміші гідридів калію і натрію утворилося 2,24 дм³ (н. у.) водню. Визначити масовий склад суміші гідридів калію і натрію.
19. При окисненні суміші, що містить залізо, мідь і алюміній, витрачено 5,32 л кисню (н. у.), для взаємодії такої ж наважки цієї ж суміші із хлоридною кислотою, молярна концентрація якої дорівнює 5 моль/л, було потрібно 120 мл розчину, а при дії надлишку розчину натрій гідроксиду виділилося 1,12 л водню (н. у.). Визначте склад суміші металів.
20. Сплав натрію з калієм знайшов застосування в атомній промисловості як теплоносій. Для визначення кількісного складу 1,232 г сплаву обробили водою. Об'єм водню, що виділився, виміряний при 20° С і тиску 103 кПа, склав 0,519 л. Розрахуйте склад (у масових частках) натрійкалієвого сплаву.
21. Підірвали 87 мл суміші водню з киснем (об'єм виміряний при 110 °С і $1,013 \cdot 10^5$ Па). Після вибуху й приведення продуктів реакції до вихідних умов об'єм газу склав 60 мл. Визначте склад вихідної суміші.
22. Суміш водню з хлором в об'ємному відношенні 3 : 2 помістили в закриту скляну посудину над водою і поруч спалили стрічку магнію. Як зміниться тиск у посудині, якщо відомо, що при цьому прореагувало 50 % хлору? Розчинністю хлору і водню у воді можна знехтувати.
23. Змішали 20 мл суміші кисню і азоту з 30 мл водню, і суміш нагріли. Знайдіть вміст N₂ та O₂, якщо після вибуху залишилось 8 мл газу.
24. 22,4 л суміші водню і карбон(IV) оксиду витрачено на відновлення 63,0 г суміші оксиду міді(II) і оксиду заліза (III),

внаслідок чого утворилось 10,8 г води. Продукти відновлення обробили без нагрівання концентрованою азотною кислотою, внаслідок чого виділилось 17,92 л газу. Визначити склад суміші газів і оксидів.

25. Суміш фосфороводню і водню пропустили послідовно в дві трубки, що підігріваються ззовні (одна містить мідні ошурки, друга – оксид міді (II)). Маса першої трубки за рахунок утворення фосфіду міді збільшилась на 4,96 г, маса другої трубки зменшилась на 5,76 г. Розрахуйте густину початкової суміші (н.у.).
26. Який об'єм водню і кисню потрібно взяти для приготування 1 л суміші, густина якої за воднем дорівнювала б 8,5?
27. Який об'єм суміші озону з киснем, густина якої за воднем дорівнює 20, потрібен для спалювання 5 л водню? Об'єми всіх газів вимірюються за однакових умов.
28. У природній воді Гідроген знаходиться у вигляді нуклідів протію ($A_r=1,008$ а.о.м.) та дейтерію ($A_r=2,014$ а.о.м.). Після електролізу води середня молярна маса водню дорівнює 1,228 г/моль.
 - 1) Визначити нуклідний (ізотопний) склад Гідрогену (в мольних частках) у воді після електролізу.
 - 2) Обчислити масу дейтерію у 100 г такої води (A_r Оксигену = 16,0 а.о.м.).

Тема 21. Задачі з теми галогени

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості елементів підгрупи галогенів та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Хімічні властивості хлору.
2. Хлороводень. Склад молекули і будова речовини. Фізичні властивості. Добування та застосування хлороводню.
3. Хлоридна кислота. Фізичні та хімічні властивості. Якісна реакція на хлорид-іони.
4. Фтор, бром і йод. Порівняння фізичних і хімічних властивостей простих речовин: взаємодія з металами, воднем, водою. Якісні реакції на бромід-, йодид-іони, йод. Застосування сполук Флуору, Броду та Йоду. Біологічне значення галогенів.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Визначте об'єм (мл) розчину з масовою часткою гідроген хлориду 36 % і густиною 1,2 г/мл, який повністю прореагував з калій перманганатом кількістю 0,1 моль. Який об'єм хлору за н. у. виділиться при цьому?
2. До суміші масою 21,16 г, що утворилась після нагрівання калій перманганату масою 22,12 г додали концентровану хлоридну кислоту у надлишку. Визначте максимальний об'єм хлору (н.у.), що отримали при цьому.
3. У процесі виробництва хлоридної кислоти хлороводень одержали, використовуючи хлор об'ємом 560 л (н.у.) і надлишок водню. Добутий газ розчинили у воді масою 4,175 кг. Визначте масову частку хлороводню в хлоридній кислоті.
4. Суміш натрій хлориду і натрій броміду з масовою часткою останнього 10 %, розчинили у воді. Через отриманий розчин пропустили надлишок хлору. Після

- завершення реакції розчин випарили, сухий залишок прожарили. Визначте на скільки відсотків змінилася маса суміші?
5. До розчину, що містить 1,6 г калій броміду, додали 6 г технічного бромю, що містить домішки хлору. Після випарювання отриманого розчину добули 1,36 г сухого залишку. Обчислити масову частку хлору в технічному бромі.
 6. Визначте масу манган(IV) оксиду і об'єм розчину з масовою часткою гідроген хлориду 36% густиною 1,18 г/мл, які потрібні для отримання хлору, що може витіснити з розчину калій йодиду молекулярний йод масою 30,48 г, якщо вихід продуктів на кожній стадії процесу становить 80% від теоретично можливою.
 7. Хлор, отриманий при дії бертолетової солі масою 24,5 г на хлоридну кислоти, пропустили через 200 мл гарячого розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 12 % і густиною 1,1 г/мл). Визначте маси солей, що утворились при цьому.
 8. При обробці 41,6 г суміші кристалічних калій фториду і калій хлориду налишком концентрованої сульфатної кислоти утворилося 14,42 л (виміряного при 20⁰С і 101,3 кПа). Визначте масові частки речовин у суміші.
 9. При нагріванні бертолетової солі без присутності каталізатора її розклад іде одночасно у двох напрямках: а) з утворенням кисню, б) з утворенням калій перхлорату. Визначте, який відсоток бертолетової солі розклався за реакціями а) і б), якщо при повному розкладі 73,5 г бертолетової солі було одержано 33,5 г калій хлориду.
 10. Газову суміш об'ємом 3,6 л, призначену для синтезу хлороводню (густина суміші за воднем дорівнює 20), пропустили через розчин масою 200 г, який містить 26,12 г суміші калій броміду і калій йодиду. Хлор і солі прореагували до кінця. Визначити масові частки калій

- броміду і калій іодиду у вихідному розчині і склад вихідної суміші газів (у % за об'ємом).
11. До розчину, який містить 3,88 г суміші калій броміду і натрій іодиду, додали 78 мл 10%-ного розчину аргентум нітрату (густина 1,09 г/мл). Осад, що випав, відфільтрували. Фільтрат може прореагувати з 13,3 мл хлоридної кислоти з концентрацією 1,5 моль/л. Визначте масові частки солей у вихідній суміші і об'єм хлороводню (н.у.), необхідний для приготування використаної хлоридної кислоти.
 12. Для знищення шкідливих гризунів в польових умовах використовують хлор, заповнюючи ним нори тварин. Зберігають і перевозять хлор в сталевих балонах під тиском близько 6,06-105 Па. Розрахуйте об'єм, який займе хлор масою 50 кг при нормальних умовах.
 13. При повному розкладанні 1 л газоподібного оксиду хлору отримали 1 л хлору і 0,5 л кисню. Визначте формулу оксиду.
 14. Яку масу манган(IV) оксиду і який об'єм розчину з масовою часткою HCl 36% і густиною 1,18 г/мл треба взяти для одержання хлору, який може витіснити із розчину калій іодиду молекулярний іод масою 30,48 г? Прийняти, що вихід продуктів на кожній із стадій процесу становить 80% від теоретично можливого.
 15. Кам'яна сіль одного із родовищ містить натрій хлорид (W=96%), кальцій хлорид (0,2%), магній хлорид (0,2%) й інші компоненти, які не містять Хлор. Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 36% і густиною 1,18 кг/л можна одержати із зразка кам'яної солі масою 5 кг?
 16. Є розчин масою 500 г, який містить натрій хлорид і натрій фторид. До половини розчину прилили надлишок розчину аргентум нітрату, одержавши осад масою 5,74 г. До другої половини розчину добавили надлишок розчину кальцій хлориду, у результаті чого утворився осад масою 2,34 г. Визначте масові частки натрій хлориду і натрій фториду у вихідному розчині.

17. Увесь хлороводень, одержаний дією сульфатної кислоти на натрій хлорид масою 14,9 г, поглинули водою масою 200 г. Визначити масову частку хлороводню в розчині, якщо його вихід у реакції склав 70%.
18. У розчин калій хлориду занурили електроди і пропустили електричний струм. У результаті утворився розчин масою 200 г з масовою часткою КОН 2,8%. Яка кількість речовини молекулярного хлору виділилась при електролізі?
19. Невідомий метал масою 6,75 г сполучається з хлором, об'єм якого за н.у. дорівнює 8,4 л. Цей же метал може реагувати з іодом, причому в хлориді і йодиді він проявляє один і той же ступінь окиснення. Яка маса іодиду утвориться при взаємодії металу масою 6,75 г з іодом?
20. Хлороводень, одержаний із зразка технічного натрій хлориду масою 12 г, використали для одержання концентрованої хлоридної кислоти. Уся одержана кислота вступила в реакцію з манган(IV) оксидом. При цьому утворився газ об'ємом 1,12 л (н.у.). Визначте масову частку NaCl у вихідному зразку.
21. Залишок, отриманий після термічного розкладу калій хлорату у присутності манган(IV) оксиду, розчинили у воді. До розчину додали надлишок розчину аргентум нітрату, одержавши осад масою 57,4 г. Який об'єм кисню (н.у.) виділився при розкладі $KClO_3$?
22. Калій хлорат масою 12,25 г піддали розкладу, причому утворився кисень, об'єм якого за н.у. становив 336 мл. Визначити масову частку калій хлориду в сухому залишку після закінчення реакції.
23. Суміш водню з хлором в об'ємному відношенні 3 : 2 помістили в закриту скляну посудину над водою і поруч спалили стрічку магнію. Як зміниться тиск у посудині, якщо відомо, що при цьому прореагувало 50 % хлору? Розчинність хлору і водню у воді можна знехтувати.

24. Крізь 500 г 17%-ного розчину нітрату срібла пропустили газ, що утворився при дії концентрованої сірчаної кислоти ($V=200$ мл, $W = 98\%$, $\rho=1,21$) на безводний хлорид магнію масою 114 г. Визначити процентну концентрацію сполук, що залишились у розчині після відокремлення осаду.
25. Хлороводень, добутий із зразка технічного натрій хлориду масою 12 г, використали для добування концентрованої хлоридної кислоти. Вся добута кислота вступила в реакцію з манган(IV) оксидом. При цьому утворився газ об'ємом 1,12 л (н.у.). Визначте масову частку натрій хлориду у вихідному зразку.
26. Під час реакції з хлоридною кислотою сплаву магнію з алюмінієм масою 77,4 г виділився водень об'ємом 44,8 л. Визначити масові частки металів у сплаві.
27. Суміш заліза та залізної окалини (Fe_3O_4) масою 2,02 г прореагувала з надлишком хлоридної кислоти. Дією амоніаку на утворений розчин осадили ферум(II) гідроксид, який легко окиснюється киснем повітря до ферум(III) гідроксиду. Осад відфільтрували і прожарили, внаслідок чого одержали 2,20 г ферум(III) оксиду. Визначити масовий склад взятої суміші.
28. У результаті спалювання 10,4 г трьохвалентного металу в атмосфері хлору утворилося 31,7 г солі. Який метал спалили?
29. Для розчинення 14,4 г суміші магнію з магній оксидом витрачено 200 мл 4М розчину хлоридної кислоти. Визначте склад суміші.
30. Маємо суміш хлороводню і дейтерій хлориду. Масова частка хлору в суміші становить 96,73%. Визначити масову частку дейтерій хлориду в суміші.
31. Природний хлор містить два ізотопи: ^{35}Cl і ^{37}Cl . Відносна атомна маса Хлору дорівнює 35,45. Визначте мольну частку в % кожного ізотопу Хлору.

Тема 22. Задачі з теми підгрупа Оксигену

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості елементів підгрупи Оксигену та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Кисень, хімічні властивості.
2. Сірка. Фізичні та хімічні властивості.
3. Сірководень. Фізичні та хімічні властивості: взаємодія з киснем. Сульфідна кислота та сульфіді. Якісна реакція на сульфід-іони.
4. Сульфур(IV) оксид і сульфитна кислота. Їх окисно-відновні властивості.
5. Сульфур(VI) оксид. Сульфатна кислота. Фізичні та хімічні властивості розведеної та концентрованої кислоти.
6. Сульфати. Якісна реакція на сульфат-іони.

Задачі для самостійного розв'язання

1. При пропусканні надлишку сірководню через розчин, що містить 0,8 г деякої солі сульфатної кислоти, випало 0,48 г осаду. Визначте, сіль якого металу містилася в початковому розчині.
2. З розчинів сульфатної кислоти, густина якої при 20°C дорівнює 1,348 і 1,779 г/см³ потрібно приготувати 440 г розчину кислоти, густина якої при тій же температурі 1,553 г/см³. Скільки грамів потрібно кожної з вихідних кислот?
3. Після вибуху 200 мл суміші водню та кисню і приведення її до нормальних умов залишилося ще 20 мл газу, що підтримує горіння. Знайдіть об'ємні частки газів у складі вихідної суміші.
4. Об'єм газу, що утворився при повному розкладі озону, більше об'єму, що його займав чистий озон, на 4,48 л. Визначте початковий об'єм озону, якщо відомо, що всі виміри проводились за однакових умов.

5. Визначити об'єм озонованого кисню із вмістом 10 % озону, необхідний для спалювання 84 см^3 пропану.
6. Припустимо, що в атмосфері промислового центру площею 580 км^2 концентрація сульфур(IV) оксиду дорівнює 0,087 мольних часток і що він рівномірно розподілений в атмосфері до висоти 1200 м. Яка сумарна маса сульфур(IV) оксиду знаходиться в атмосфері при атмосферному тиску 740 мм.рт.ст. і температурі 24°C ?
7. Установлено, що в атмосфері великого міста концентрація озону дорівнює 0,26%. Яким повинен бути парціальний тиск озону і скільки молекул озону припадає на кубічний метр такої атмосфери при температурі 26°C і тискові 740 мм.рт.ст.?
8. Для повного спалювання 1 л невідомого газу знадобилось 2 л кисню. У результаті реакції виділилось 1 л азоту та 2 л вуглекислого газу. Знайдіть формулу спаленої речовини.
9. Густина за повітрям газу А, молекули якого складаються з атомів Гідрогену та атомів елемента Х, дорівнює 4,41. Визначте елемент Х та густину газу А за воднем.
10. У результаті реакції між воднем і киснем у суміші цих газів об'ємом 42 мл об'єм суміші зменшився до 30 мл. Обчисліть об'єми газів у вихідній суміші, якщо після реакції вода знаходилась у пароподібному стані, а всі об'єми виміряні за однакових умов.
11. У результаті спалювання 80 мл суміші водню з киснем об'єм газової суміші зменшився на 20 мл. В утвореній після реакції газовій суміші тліюча скіпка яскраво спалахує. Визначити склад вихідної та утвореної сумішей за умови, що вода перебуває в пароподібному стані.
12. Скласти рівняння реакції перетворення озону O_3 в кисень. Обчислити об'єм кисню, який утвориться, якщо в результаті реакції об'єм газової суміші збільшиться на 10 л.
13. Колба об'ємом 150 мл заповнена озоном O_3 і врівноважена на терезах. У колбу такого ж об'єму і маси зібрали

сульфур(IV) оксид і поставили на шальку терезів замість колби з озоном. Яку різноважку і на яку шальку слід покласти, щоб знову зрівноважити терези.

14. Спалили 42 мл суміші кисню з воднем. Після реакції залишився газ, в якому тліюча скіпка яскраво спалахує, а об'єм газової суміші зменшився на 30 мл. Визначити об'єми газів у вихідній суміші, якщо всі виміри зроблені за однакових умов, а вода за цих умов – рідина.
15. Визначте формулу речовини, до складу якої входять Гідрогену та Сульфур. Відносна густина парів речовини за киснем 1,0625.
16. Обчислити масу осаду, який утворився при зливанні 100 мл розчину з масовою часткою барій хлориду 9,45% і густиною $1,1 \text{ г/см}^3$ та 200 мл розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 4,76% і густиною $1,03 \text{ г/см}^3$. Практичний вихід солі становить 95%.
17. До сульфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою 51,7% додали олеум масою 40 г з масовою часткою SO_3 40%. Яку масу барій хлориду необхідно взяти осадження всіх сульфат-іонів?
18. Який об'єм сульфур(IV) оксиду (н.у.) утвориться, якщо натрій сульфат(IV) масою 26 г помістити у хлоридну кислоту масою 150 г з масовою часткою гідроген хлориду 15%?
19. При взаємодії суміші міді і цинку масою 20 г із надлишком розбавленої сульфатної кислоти виділилося 5,6 л газу (н.у.). Визначити масу міді в суміші.
20. До розчину, який містить алюміній сульфат масою 68,4 г долили розчин, що містить барій нітрат масою 182,7 г. Осад відфільтрували. Визначити маси речовин, що містяться у фільтраті.
21. Яку масу цинк сульфіді випалили, якщо одержали сульфур діоксид об'ємом 10,08 л (н.у.) при виході 90%?
22. Сірку масою 8 г перетворили в сульфур(IV) оксид, який пропустили крізь розчин калій гідроксиду, в якому містилося

- 0,5 моль лугу. Визначити масу солі, що при цьому утворилася.
23. Масова частка Оксигену в олеумі становить 64,42%. Визначити масові частки речовин в олеумі.
 24. На нейтралізацію 69 г олеуму пішло 149 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою 40% ($\rho=1,41$ г/мл). Знайдіть кількість речовини сульфур(IV) оксиду, що припадає на 1 моль сульфатної кислоти в олеумі.
 25. Обчислити процентний склад олеуму (розчин сульфур(VI) оксиду в сульфатній кислоті), в якому вміст Сульфуру як елемента становить 33% (за масою).
 26. Визначте масу піриту, що містить 10% домішок, який не обхідний для отримання 1 т олеуму з масовою часткою сірчаного ангідриду (сульфур триоксиду) 10%.
 27. Сировиною для промислового отримання сульфатної кислоти служить мінерал пірит (сульфатний колчедан), FeS_2 . Розрахуй те масу піриту, що містить 5 % індиферентних домішок, яка необхідна для отримання 1,5 т олеуму, що містить 8% сульфатного ангідриду.
 28. До сульфатної кислоти масою 180 г ($W=48,3\%$) додали олеум масою 23,7 г з масовою часткою SO_3 29%. Яку масу барій нітрату необхідно взяти для осадження всіх сульфат-іонів?
 29. До сульфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою 51,7% додали олеум масою 40 г з масовою часткою SO_3 40%. Яку масу барій хлориду необхідно взяти осадження всіх сульфат-іонів?
 30. Маємо суміш сульфур(IV) оксиду та сульфур(VI) оксиду. Масова частка Оксигену в суміші становить 54,55%. Визначте масові частки оксидів у суміші.

Тема 23. Задачі з теми підгрупа Нітрогену

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості елементів підгрупи Нітрогену та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Масова частка речовини у суміші.
2. Об'ємна частка речовини у суміші.
3. Методика розв'язування задач з використанням системи двох рівнянь.
4. Ускладнені задачі.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Суміш азоту з воднем пропустили над нагрітим каталізатором. Після реакції об'єм газів зменшився на 14 л. Визначте об'єм вихідної суміші за умови, що азот і водень прореагували повністю.
2. У закритій посудині змішали нітроген(II) оксид з надлишком кисню. Після закінчення реакції тиск у посудині зменшився у 1,25 разів. Визначте склад вихідної й отриманої газових сумішей.
3. При пропусканні 20 дм³ (н.у.) у суміші азоту та нітроген(IV) оксиду крізь розчин їдкового натру утворились нітрат і нітрит натрію. На окиснення утвореного натрій нітриту в сірчаноокислому середовищі витрачено 12,64 г калій перманганату. Визначити об'ємний склад взятої суміші у відсотках.
4. У 900 см³ суміші нітроген(II) оксиду з повітрям до реакції вміст азоту становив 62,22 %, а після реакції збільшився до 70%. Визначити об'ємний склад у відсотках газових сумішей до і після реакції.
5. Установлено, що в атмосфері великого міста концентрація нітроген(II) оксиду дорівнює 0,92 мольних часток. Яким повинен бути парціальний тиск нітроген(II) оксиду і

скільки молекул нітроген(II) оксиду міститься в кубічному метрі такої атмосфери при температурі 30°C і тискові 710 мм.рт.ст.?

6. Маса 1 л суміші азоту з воднем при температурі 0°C і тискові 2 атм. дорівнює 1 г. Обчислити об'ємну частку азоту в суміші (в об'ємних частках).
7. Суміш рівних об'ємів хлору і водню вибухнула у закритій посудині. Після реакції посудину охолодили до початкової температури. Чи залишився тиск газу в посудині таким же, який він був до вибуху? Чому?
8. Суміш азоту, нітроген(I) оксиду та нітроген(II) оксиду об'ємом 264 мл пропустили через воду об'ємом 2 л. До 150 мл газів, які не поглинулися водою, добавили 48 мл кисню, після чого об'єм газів склав 165 мл. Усі виміри проводилися за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку нітроген(I) оксиду у вихідній суміші (у %).
9. Хром(VI) оксид масою 5 г вступив у реакцію з амоніаком об'ємом 2,24 л (н.у.). Добутий твердий продукт сплавляли з надлишком натрій гідроксиду, а потім подіяли на реакційну суміш надлишком розчину сульфатної кислоти. Яку масу кристалогідрату $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ можна виділити з добутого розчину?
10. З азоту об'ємом 67,2 л і водню об'ємом 224 л утворився амоніак (об'єми газів дано за нормальних умов). Використавши цей амоніак, добули розчин об'ємом 400 мл з масовою часткою нітратної кислоти 40% і густиною 1,25 г/мл. Визначте вихід продукту реакції.
11. У закритій посудині змішали нітроген(II) оксид масою 30 г і кисень масою 20 г. Обчисліть масу нітроген(IV) оксиду, що утворився. Який газ залишився у надлишку? Яка надлишкова маса цього газу?
12. На шальках терезів зрівноважили дві однакові посудини в одній з яких міститься нітроген(IV) оксид, а в другій – нітроген(I) оксид. Обчислити масу та об'єм нітроген(IV)

- оксиду (н.у.), якщо об'єм нітроген(I) оксиду становить 7,84 л (н.у.).
13. На шальках терезів зрівноважили дві однакові посудини, в одній з яких містився озон (O_3), а в другій – азот (N_2). Обчислити масу та об'єм азоту (н.у.), якщо об'єм озону за н.у. становить 26,88 л.
 14. Колба об'ємом 200 мл заповнена нітроген(IV) оксидом і врівноважена на терезах. Потім у таку ж колбу зібрали карбон(II) оксид. Яку гирьку і на яку шальку треба покласти, щоб знову зрівноважити терези?
 15. Суміш 2,8 л водню і 2,8 л азоту (об'єми газів виміряні за н.у.) пропустили над каталізатором за певних умов. Для нейтралізації добутого амоніаку витратили 24 мл розчину хлоридної кислоти ($W=8\%$, $\rho=1,04$ г/мл). Обчислити об'ємну частку компонентів у суміші 9 (н.у.) після проходження її над каталізатором.
 16. 5 г суміші калій хлориду і амоній хлориду прожарили до припинення виділення пару. У залишку виявилось 4 г речовини. Визначити склад суміші (в % за масою).
 17. Із азоту об'ємом 67,2 л (н.у.) і водню об'ємом 224 л (н.у.) утворюється амоніак. Використовуючи цей амоніак, одержали розчин об'ємом 400 мл з масовою часткою нітратної кислоти 40% з густиною 1,25 г/см³. Визначити вихід амоніаку в реакції.
 18. Який об'єм амоніаку (н.у.), що містить 10% домішок, необхідно пропустити через 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 9,8%, щоб утворилася кисла сіль?
 19. При пропусканні еквімолярної азотоводневої суміші крізь контактний апарат прореагувало 20 % суміші. Визначити об'ємний склад у відсотках газової суміші, що виходить із контактного апарата,
 20. Визначити масову концентрацію у відсотках азотної кислоти в розчині, що утворився при змішуванні 200 см³

води і 100 см^3 концентрованого розчину азотної кислоти ($W = 63 \%$, густина $1,4 \text{ г/см}^3$).

21. Зразок невідомого металу, що виявляє в сполуках ступінь окиснення +1, розчинили в нітратній кислоті, добувши нітроген(II) оксид об'ємом $0,224 \text{ л}$ (н.у.). До добутого розчину додали надлишок натрій йодиду, в осад випав йодид металу масою $7,05 \text{ г}$. Який метал було взято? Розрахуйте масу вихідного зразка металу.
22. Який об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою 20% і $\rho = 1,119 \text{ г/мл}$ необхідний для реакції із сплавом 2 г , що складається з міді і золота: масова частка золота 58% . Який газ і в якому об'ємі (н.у.) при цьому виділиться?
23. До 200 г $5,3\%$ -ного розчину натрій карбонату додали 300 г $3,36\%$ -ного розчину нітратної кислоти. Визначити склад утворених продуктів та їх масові частки в утвореному розчині.
24. Невідомий метал масою 13 г обробили надлишком розбавленого розчину нітратної кислоти. До одержаного розчину додали надлишок гарячого розчину калій гідроксиду; при цьому виділилося $1,12 \text{ л}$ газу (н.у.). Який метал був розчинений в нітратній кислоті?
25. Скільки грамів технічного ферум(III) гідроксиду, що містить 4% домішок, можна розчинити в 200 г $12,6\%$ -ного розчину нітратної кислоти?
26. У результаті взаємодії $2,1 \text{ г}$ карбонату двовалентного металу з нітратною кислотою утворилося $3,7 \text{ г}$ нітрату цього металу. Визначте формулу карбонату.
27. Два юних хіміки визначали концентрацію розчину нітратної кислоти. Один із них відміряв 10 мл розчину і додав до нього надлишок металічної міді. При цьому він одержав 746 мл газу. Другий попередньо розбавив 10 мл розчину кислоти в 10 разів і додав надлишок порошку свинцю. При цьому він одержав 560 мл газу (об'єми газів приведені до нормальних умов). Визначте молярну

концентрацію нітратної кислоти і приблизну масову частку кислоти в розчині й пояснить кількісну різницю в результатах дослідів.

28. Сплав натрію і калію масою 13,1 г помістили в воду. Для нейтралізації одержаного розчину затратили розчин об'ємом 109,6 мл з масовою часткою нітратної кислоти 25% і густиною 1,15 г/мл. Чому дорівнює масова частка натрію в сплаві?
29. Визначити склад і масу солі, що утворилася в результаті пропускання амоніаку об'ємом 280 мл (н.у.) через 25 г розчину, у якому масова частка ортофосфатної кислоти 4,9% (вважати, що амоніак прореагував повністю).
30. На одному заводі колена синтезу дає за добу близько 60 т амоніаку. Який об'єм водню (н.у.), що містить 2% домішок, вступає в реакцію, якщо вихід амоніаку становить 96%?
31. Змішали 5 г амоніаку і 5 г гідроген хлориду. Що взято в надлишку і яка маса цього надлишку? Яку масу амоній хлориду було одержано, якщо вихід продукту реакції становить 95%?

Тема 24. Задачі з теми підгрупа Карбону

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості елементів підгрупи Карбону та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Карбон(II) оксид (чадний газ). Фізичні та хімічні властивості.
2. Карбон(IV) оксид (вуглекислий газ). Фізичні та хімічні властивості.
3. Карбонатна (вугільна) кислота. Хімічні властивості.
4. Силіцій(IV) оксид. Фізичні та хімічні властивості.
5. Силікатна (кремнієва) кислота. Фізичні та хімічні властивості. Силікати.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Визначте склад газової суміші, що утворилася при згорянні 20 м^3 карбон монооксиду в 20 м^3 кисню.
2. Суміш складається з карбон монооксиду і карбон діоксиду об'ємом 150 мл . Цю суміш спалили в надлишку кисню. Об'єм газової суміші зменшився на 45 мл . Розрахуйте об'ємні частки компонентів вихідної суміші. Всі об'єми приведені до однакових умов.
3. Суміш карбон монооксиду з киснем займає об'єм $1,1 \text{ л}$ (н. у.). Після згоряння усього карбон монооксиду газову суміш пропустили через розчин натрій гідроксиду, маса якого збільшилася на $1,375 \text{ г}$. Визначте склад вихідної суміші газів.
4. У контактний апарат для конверсії карбон(II) оксиду водяною парою пропустили їх у співвідношенні $1 : 6$. Визначити об'ємний склад утвореної парогазової суміші у відсотках, якщо при пропусканні 140 дм^3 її (н.у.) крізь розчин лугу утворилось $42,4 \text{ г}$ карбонату і $33,6 \text{ г}$ натрій гідрогенкарбонату.

5. В евдіометрі спалили 200 см^3 суміші водню, метану і кисню. Після конденсації водяної пари і приведення суміші до початкових умов об'єм утвореної суміші дорівнював 70 см^3 . Після поглинання вуглекислого газу розчином лугу об'єм газової суміші зменшився до 50 см^3 . Визначити об'ємний склад у відсотках взятої суміші, якщо в залишку жевріюча скалка спалахує.
6. Який об'єм карбон(IV) оксиду та сульфур(IV) оксиду (н.у.) утвориться в результаті згоряння 10 кг кам'яного вугілля, масова частка Карбону в якому становить 94% , а Сульфуру – $0,1\%$?
7. 15 л суміші карбон(IV) оксиду і карбон(II) оксиду мають масу $27,18 \text{ г}$. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (в%).
8. Густина суміші карбон(II) і карбон(IV) оксидів за воднем дорівнює 16 . Визначте об'ємний склад суміші в процентах.
9. Пропускаючи через надлишок розжареного вуглецю кисень, одержали 232 л газоподібних продуктів, виміряних при $t = 800^\circ\text{C}$ і $p = 101,3 \text{ кПа}$. Густина одержаної суміші за воднем становила $17,2$. Обчисліть об'єм кисню, що вступив у реакцію і склад (в % за об'ємом) утворених газів.
10. Визначити густину за воднем газової суміші, в якій міститься $20\% \text{ CO}_2$, $50\% \text{ CO}$ і $30\% \text{ N}_2$ за об'ємом.
11. Маса $0,327 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ газу при тискові $1,040 \cdot 10^6 \text{ Па}$ дорівнює $0,828 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$. Розрахуйте молярну масу газу.
12. Яка маса осаду утвориться, якщо пропустити оксид вуглецю (IV) об'ємом 218 мл (н.у.) крізь розчин масою 20 г з масовою часткою гідроксиду барію $0,12$?
13. На шальках терезів зрівноважили дві однакові посудини, в одній з яких містився карбон(IV) оксид, а в другій – карбон(II) оксид. Обчислити масу та об'єм карбон(II) оксиду (н.у.), якщо об'єм карбон(IV) оксиду становить $3,36 \text{ л}$ (н.у.).

14. Кристалогідрат натрій карбонату містить 62,9% води за масою. Визначити формулу цього кристалогідрату.
15. Зразок сплаву заліза з карбоном масою 5 г помістили у розчин хлоридної кислоти. Після закінчення реакції об'єм виділеного водню становив 1,96 л. Визначте масову частку заліза у сплаві.
16. При дії на зразок доломіту масою 40 г надлишком хлоридної кислоти, виділився карбон(IV) оксид об'ємом 8,96 л (при н. у.). Визначіть масову частку домішок в мінералі.
17. Масова частка кальцій карбонату у вапняку складає 90%. Яку масу вапняку треба взяти щоб отримати гашене вапно масою 20 кг Напишіть рівняння реакцій, які необхідно зробити.
18. Зразок сплаву заліза масою 7,24 г розчинили в сульфатній кислоті. Об'єм водню, що виділився складає 2,8 л при н. у. Який сплав було взято – чавун чи сталь? Визначте масову частку Карбону у сплаві.
19. При спалюванні в кисні порошку чорного металу масою 6 г утворився карбон(IV) оксид об'ємом 0,2 л (н.у.). Визначити, що було спалено – порошок чавуну чи порошок сталі.
20. Який об'єм карбон(IV) оксиду утвориться при повному розкладі вапняку масою 10 г, з масовою часткою домішок 8%?
21. Каустичний магнезит, що застосовується для виготовлення магнезійних зв'язуючих матеріалів, добувають випалюванням магнезиту $MgCO_3$. Обчислити об'єм карбон(IV) оксиду, що утвориться при розкладі магнезиту масою 46,6 т з масовою часткою некарбонатних домішок 10%.
22. Вивести хімічну формулу аргентум карбонату, якщо відомо, що до його складу входить 0,7826 масових часток

- Аргентуму, 0,0434 масових часток Карбону та 0,174 масових часток Оксигену.
23. Виведіть формулу соди, якщо відомо, що до її складу входять 0,434 масових часток Натрію, 0,1132 масових часток Карбону і 0,453 масових часток Оксигену.
 24. В апарат для добування водню пропустили суміш карбон(II) оксиду з водяною парою у співвідношенні 1 : 5. Визначити ступінь перетворення карбон(II) оксиду, якщо після виходу парогазової суміші з контактного апарату в ній містилось 10 % карбон(II) оксиду.
 25. Газова суміш, що складається з водню, метану і карбон монооксиду, має густину 0,857 г/л за н. у. Для повного спалювання 1 л суміші потрібно 4,52 л повітря. Визначте об'ємні частки компонентів суміші.
 26. При пропусканні карбон(IV) оксиду через розчин масою 200 г з масовою часткою кальцій гідроксиду 0,148% спочатку випав осад, а потім він почав розчинятися. Який мінімальний об'єм CO_2 , виміряний за н.у., треба пропустити крізь розчин для утворення і повного розчинення осаду? Яка маса твердої речовини випаде в осад при кип'ятінні одержаного розчину?
 27. Суміш кремнію і вугілля масою 20 г обробили надлишком концентрованого розчину лугу. У результаті реакції виділився водень об'ємом 13,44 л (н.у.). Визначте масову частку кремнію у вихідній суміші.
 28. При нагріванні суміші кальцій оксиду масою 19,6 г з коксом масою 20 г одержали кальцій карбід масою 16 г. Визначити вихід кальцій карбіду, якщо масова частка Карбону в коксі становить 90%.
 29. При сплавленні природного вапняку масою 150 г з силіцій(IV) оксидом утворився кальцій силікат масою 145 г. Визначте масову частку кальцій карбонату в природному вапняку.
 30. При взаємодії вуглецю з концентрованою сульфатною

кислотою виділилось 13,44 л суміші двох газів (н.у.). Обчисліть масу сульфатної кислоти, що вступила в реакцію.

31. При кип'ятінні водного розчину питної соди утворюється водний розчин натрій карбонату. Обчисліть, якою повинна бути масова частка натрій гідрогенкарбонату у вихідному розчині, щоб після кип'ятіння одержати 5,83 %-вий розчин натрій карбонату. Втратами води при кип'ятінні знехтувати.

Тема 25. Задачі з теми лужні і лужноземельні метали

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості лужних і лужноземельних металів та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Лужні і лужноземельні метали, знаходження в природі, добування у вільному стані.
2. Відношення металів до кисню, кислот, води.
3. Сполуки лужних і лужноземельних металів – оксиди, гідроксиди, гідриди, солі, пероксиди – їх хімічні властивості, добування.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Яку масу натрію слід додати до 100 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 8% (густина розчину 1,085 г/мл), щоб одержати розчин з масовою часткою натрій гідроксиду 10%?
2. Змішали 300 мл 0,05 н. розчину гідроксиду лужного металу з 200 мл 0,1 М розчину гідроксиду калію. Обчислити концентрацію гідроксид-іонів у добутому розчині.
3. В розчині натрій гідроксиду масою 800 г з масовою часткою NaOH 10% 1,8 моль ідкого натру становлять йони. Обчисліть ступінь дисоціації електроліту.
4. Обчисліть масу калій гідроксиду в 1мл розчину, якщо концентрація гідроксид-іонів в цьому розчині становить 2 моль/л, а ступінь дисоціації луку дорівнює 96%.
5. Сульфід металу MeS масою 132 г повністю прореагував з хлоридною кислотою. Газ, що утворився, об'ємом 33,6 л (н.у.) пропустили через 0,4 дм³ розчину натрій гідроксиду з масовою часткою луку 25% ($\rho=1,28$ г/см³). Визначити метал, що входив до складу сульфїду, та маси речовин в одержаному розчині.

6. Знайти масу солі, яка утвориться в результаті зливання 0,5 л розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 20% ($\rho=1,22$ г/см³) і 0,5 кг розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 19,6%.
7. Визначте масу натрію, яку необхідно додати до 200 г 10%-ного розчину натрій гідроксиду, щоб одержати 40%-ний розчин лугу?
8. Оксид елемента, в якому він проявляє вищу валентність, – це тверда речовина, що плавиться та переганяється без розкладу. Оксид розчиняється у воді, утворюючи досить сильну одноосновну кислоту, натрієва сіль цієї кислоти містить 23,42% кисню. Який це елемент? Яка формула оксиду?
9. Хімічним аналізом встановлено, що розчин натрій сульфіту містить 8 г сульфат-іонів. Скільки моль йонів натрію міститься у цьому розчинні?
10. При обробці 15,2 г суміші гідридів калію та натрію водою виділилося 11,2 дм³ водню (н. у.). Визначити масовий склад суміші.
11. При пропусканні крізь розчин їдкого натру 4,928 дм³ вуглекислого газу (н. у.) утворилося 22,88 г суміші карбонату та гідрокарбонату натрію. Визначити масовий склад утвореної суміші.
12. Після прожарювання 17 г суміші, що містить однакові молярні кількості нітратів калію та іншого лужного металу, маса суміші зменшилась на 3,2 г. Нітрат якого металу був змішаний з нітратом калію ?
13. Змішали 300 мл. 0,05 н. розчину гідроксиду лужного металу з 200 мл. 0,1 М розчину гідроксиду калію. Обчислити концентрацію гідроксид-іонів у добутому розчині.
14. У результаті взаємодії 11,1 г лужного металу з водою утворюється 0,16 г водню. Який це метал?
15. Хлорид лужного металу масою 20,7 г розчинили у воді, об'єм розчину довели до 500 мл. В отриманому розчині

- концентрація хлорид-іонів виявилася рівною 0,6 моль/л. Установіть, який хлорид розчинили у воді.
- Сульфід лужного металу масою 4,60 г обробили надлишком розведеної сірчаної кислоти. Газ, що виділився, спалили в умовах недостачі кисню, при цьому утворилося 1,60 г твердого залишку і 1,12 л (н.у.) газу. Встановіть склад сульфїду.
 - При електролізі розплаву 8 г деякої речовини на аноді виділилося 11,2 л водню (н.у.). Яку речовину підділи електролізу?
 - 25 г питної соди прожарили і залишок розчинили в 200 г води. Обчисліть масову частку солі в утвореному розчині.
 - Прожарили 31,1 г суміші кальцій карбонату та кальцій гідроксиду. Для повного поглинання газоподібних (н.у.) продуктів прожарювання потрібно мінімально 90 г розчину натрій гідроксиду. При цьому натрій гідроксид прореагував повністю і утворився 16,55%-ий розчин продукту реакції. Визначте склад вихідної суміші і розчину натрій гідроксиду (у масових частках).
 - При нагріванні наважки деякої твердої речовини А утворюється 0,6 г твердої речовини Б і газ В. Б розчинили у воді, при цьому утворився розчин, що містить 0,96 г речовини Г. В пропустили через надлишок розчину речовини Д, у результаті чого утворилося 6,52 г речовини Е. При взаємодії останнього у водному розчині з Г утворюються А і Д. Визначити А – Д.
 - Суміш калій хлорату і калій нітрату масою 6,49 г з каталітичною добавкою манган(IV) оксиду нагріли до повного припинення виділення газу. Цей газ пропустили через трубку з нагрітою міддю. Утворену речовину обробили 53,1 мл 19,6%-го розчину сульфатної кислоти ($\rho=1,13$ г/мл). Для нейтралізації кислоти, що залишилася, потрібно 25 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією 1,6 моль/л.

- Обчисліть масові частки солей у суміші і об'єм газу (н.у.), який виділився при нагріванні.
22. Калій нітрат можна одержати обережним розчиненням калій гідрогенкарбонату в точно розрахованій кількості 20%-ої нітратної кислоти і наступним охолодженням утвореного розчину. Обчисліть вихід солі (у % від теоретичного), яка випадає у вигляді кристалів при охолодженні ррзчину, якщо масова частка солі у насиченому розчині при охолодженні дорівнює 24%.
 23. При дії надлишку хлоридної кислоти на розчин натрій карбонату об'ємом 100 мл і густиною 1,1 г/мл виділився газ, який за н.у. займає об'єм 2,016 л. Визначте масову частку натрій карбонату у вихідному розчині.
 24. Лужний метал масою 2,66 г помістили в надлишок молекулярного хлору. Одержану тверду речовину розчинили у воді, до розчину додали надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому випав осад масою 2,87 г. Який метал був взятий?
 25. Попіл, який використовується як калійне добриво, містить калій карбонат – поташ ($W=25\%$). Визначте масу каїніту $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, який може замінити як калійне добриво попіл масою 100 кг.
 26. При електролізі водного розчину калій хлориду одержали калій гідроксид масою 11,2 г. Яка маса води утвориться при спалюванні водню, який виділився.
 27. Вода володіє некарбонатною твердістю: містить кальцій сульфат (0,02%) і магній сульфат (0,01%). Який об'єм 15%-го розчину натрій карбонату ($\rho=1,16$ г/мл) слід додати до такої води об'ємом 100 л для усунення постійної твердості? Густина води прийняти рівною 1 кг/л.

Тема 26. Задачі з теми метали головних підгруп

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості металів головних підгруп та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Загальна характеристика металів головних підгруп.
2. Знаходження в природі, добування.
3. Фізичні та хімічні властивості.
4. Оксиди елементів та гідрати оксидів, їх добування та властивості.
5. Солі, відношення до води, окисно-відновні властивості.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Під час прожарювання кристалогідрату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ масою 10,0 г відбулося часткове видалення води. Визначте формулу добутого кристалогідрату, якщо його маса дорівнює 7,84 г.
2. Суміш Al та NiO підпалили. Знайти вміст Al, якщо після реакції отримали сплав, що містить 52,21% Al.
3. 5,48 г амальгами Na та Al обробили надлишком HCl і отримали 1,12 л H_2 . Нерозчинну речовину зважили і отримали 4,2 г. Визначити склад амальгами.
4. Суміш містить 35% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 60% $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ та інертні домішки. Скільки цієї суміші потрібно для отримання 0,7 г Al_2O_3 ?
5. В якому молярному відношенні треба змішати CaCO_3 та MgCO_3 , щоб після прожарювання маса суміші зменшилась на 50% ?
6. Під час реакції з хлоридною кислотою сплаву магнію з алюмінієм масою 50 г виділився водень об'ємом 48,25 л (н.у.). Визначити масові частки металів у сплаві.
7. Зразок сплаву цинку, алюмінію і міді масою 20 г обробили надлишком концентрованого розчину лугу. При цьому виділився газ об'ємом 7,1 л (н.у.). Маса нерозчинного

- залишку становила 2 г. Визначте масові частки металів у сплаві.
- Для розчинення 14,4 г суміші магнію з магній оксидом витрачено розчин, що містив 29,2 г хлоридної кислоти. Визначте склад суміші.
 - Спалили суміш алюмінію та магнію. Маса продукту реакції стала в 1,75 разів більшою за масу вихідної суміші. Яка масова частка алюмінію в суміші?
 - Наважки алюміній сульфату масою 68,4 г і калій гідроксиду масою 39,2 г розчинили у воді і піддали взаємодії. Обчисліть масу осаду, що утворився після закінчення реакції.
 - Сульфат алюмінію використовують у виробництві паперу. Його добувають у промисловості дією сульфатної кислоти на мінерал каолін. Яка маса каоліну з масовою часткою алюміній оксиду 90% необхідна для добування алюміній сульфату масою 34,2 т.
 - Яку масу алюмінію можна добути з бокситу масою 10 г, якщо масова частка алюміній оксиду в бокситі складає 95%?
 - При повному розчиненні наважки технічного алюмінію масою 1,8 г у надлишку розчину натрій гідроксиду виділився газ об'ємом 2,14 л. Визначте масову частку домішок у цьому зразку алюмінію.
 - Попіл кам'яного вугілля містить алюміній оксид. Яку масу алюмінію можна добути з попелу масою 1000 кг, якщо масова частка алюміній оксиду в попелі 45%?
 - Суміш мідних і алюмінієвих ошурок масою 1,87 г обробили хлоридною кислотою і дістали газ об'ємом 0,336 л. Визначте масову частку (%) міді і алюмінію в суміші.
 - У кожному літрі розчину, що містить суміш нітрату алюмінію і нітрату кальцію, маса нітратів-іонів дорівнює 322 г, а маса йонів алюмінію 32,2 г. Яка маса йонів кальцію знаходиться в 1,00 мл цього розчину?
 - Необхідно приготувати 300 мл розчину, у якому молярна концентрація сульфат-іонів дорівнює 0,500 моль/л. Яку масу

- сульфату алюмінію необхідно взяти для цього?
18. Сировина для алюмотермічного добування хрому крім оксиду хрому(III) містить різні домішки, масова частка яких дорівнює 20%. До такої сировини масою 38 г добавили технічний алюміній масою 10 г і здійснили реакцію відновлення. Яка маса хрому утворилася, якщо масова частка алюмінію в технічному металі становить 97,25%?
 19. До розчину, в якому міститься алюміній нітрат масою 42,6 г, додали розчин, що містить натрій карбонат масою 37,2 г. Осад прожарили. Визначте масу залишку після прожарювання.
 20. До розчину, що містить алюміній хлорид масою 32 г, додали розчин, що містить калій сульфід, масою 33 г. Який осад утвориться? Визначте масу осаду.
 21. До розчину, який містить алюміній сульфат масою 68,4 г долили розчин, що містить барій нітрат масою 182,7 г. Осад відфільтрували. Визначити маси речовин, що містяться у фільтраті.
 22. При дії на суміш оксидів берилію, магнію та кальцію масою 2,42 г надлишку розчину лугу маса суміші зменшується до 1,92 г. При дії на таку ж наважку суміші надлишку хлоридної кислоти утворюється 100 г розчину з масовою часткою магній хлориду 0,95%. Визначити масу кальцій оксиду в суміші.
 23. Визначити масу води, в якій можна розчинити 480 г солі, що містить 84,58 % кристалогідрату хлориду магнію $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, щоб утворився насичений при 80°C розчин (розчинність 66 г).
 24. При розчиненні в хлоридній кислоті 16,8 г суміші магнію з магній оксидом утворилося 500 г 9,5%-ного розчину магній хлориду. Визначте склад суміші в процентах за масою.

Тема 27. Задачі з теми метали побічних підгруп

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості металів побічних підгруп та їх сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Елементи підгрупи Хрому. Відношення металів до O_2 повітря, кислот, лугу. Оксиди, гідрати оксидів E(II), E(III), E(IV), E(VI), добування, порівняння кислотноосновних властивостей. Солі катіонного та аніонного типу.
2. Елементи підгрупи Мангану. Відношення металів до кисню повітря, кислот, лугу. Оксиди та гідроксиди Мангану(II), (IV). Кислотно-основні властивості. Солі Mn(II), Mn(IV), Мангану(VI), Мангану(VII), окисно-відновні властивості.
3. Родина Ферума. Сполуки E(II), E(III). Оксиди та гідроксиди, добування, кислотно-основні властивості. Амфотерні властивості гідроксиду Fe(III). Солі E(II), E(III) катіонного та аніонного типу, відношення до води. Окисно-відновні властивості сполук E(II), E(III). Якісні реакції.

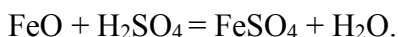
Задачі для самостійного розв'язання

1. Для підготовки поверхні перед нанесенням захисного покриття потрібно видалити оксиди металів, що утворилися мимовільно або в результаті термообробки. Виходячи з кислотно-основного характеру оксидів і наведених даних розрахуйте, в якому з двох електролітів (H_2SO_4 , KOH) оксид FeO може бути знищено повністю.

Розв'язок

Оксид – FeO; маса оксиду дорівнює 100 г; електроліти - H_2SO_4 , KOH з концентрацією 3 моль/л, об'ємом 1,5 л.

Оксид FeO володіє основними властивостями і тому взаємодіє з кислотами



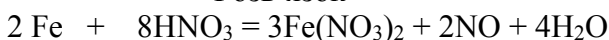
Число молей FeO (n) дорівнює числу молей H₂SO₄:

$$n = \frac{3 \text{ моля} \cdot 1,5 \text{ л}}{1 \text{ л}} = 4,5 \text{ моля}.$$

Маса FeO (m): $m = M_{\text{FeO}} \cdot n = 72 \cdot 4,5 = 324 \text{ г}.$

2. З метою видалення дефектного покриття, основну частину якого становить залізо, зразок піддається травленню в нітратній кислоті протягом 15 хв. Розрахуйте, який об'єм нітратної кислоти потрібно для повного видалення покриття. Площа поверхні зразка 5 см², концентрація нітратної кислоти 2 моль/л, швидкість травлення $V_{\text{тр}}$ дорівнює 0,112 г/см².

Розв'язок



Маса заліза, що вступає в реакцію, за рівнянням дорівнює 2·55,6 г. На 2 моль заліза необхідно 8 моль нітратної кислоти.

2·55,6 г Fe реагує з 8 молями HNO₃
 x г Fe реагує з 2 моль/л· V л HNO₃

$$(\text{маса Fe}) \quad x = \frac{2 \cdot 55,6 \cdot 2 \text{ М} \cdot V \text{ л}}{8 \text{ М}} = 27,8 \cdot V \text{ л};$$

$$\text{маса Fe} = V_{\text{тр}} \cdot t \cdot S = 0,112 \text{ г/см}^2 \cdot 15 \text{ хв.} \cdot 5 \text{ см}^2 = 8,4 \text{ г},$$

$$(\text{об'єм електроліта HNO}_3) \quad V = \frac{8,4}{27,8} = 0,302 \text{ л}.$$

Задачі для самостійного розв'язання

3. Для підготовки поверхні перед нанесенням захисного покриття потрібно видалити оксиди металів, що утворилися мимовільно або в результаті термообробки. Виходячи з кислотно-основного характеру оксидів і наведених даних,

розрахуйте, в якому з двох запропонованих електролітів оксид може бути знищено повністю. Концентрація електролітів 3 моль/л, об'єм 1,5 л, маса оксиду 100 г.

Варіант	Оксид	Електроліти	Варіант	Оксид	Електроліти
1	FeO	HNO ₃ , NaOH	1'	TiO ₂	H ₂ SO ₄ , NaOH
2	Al ₂ O ₃	HCl, KOH	2'	SnO ₂	HNO ₃ , KOH
3	MnO ₃	H ₂ SO ₄ , NaOH	3'	CuO	H ₂ SO ₄ , KOH
4	ZnO	H ₂ SO ₄ , NaOH	4'	PbO	HNO ₃ , NaOH
5	SnO	HNO ₃ , KOH	5'	Nb ₂ O ₅	HCl, NaOH
6	PbO ₂	HCl, KOH	6'	CrO	H ₂ SO ₄ , KOH
7	Cu ₂ O	H ₂ SO ₄ , NaOH	7'	Mo ₂ O ₃	H ₂ SO ₄ , KOH
8	Fe ₂ O ₃	HNO ₃ , KOH	8'	ScO	HNO ₃ , KOH
9	MnO	HNO ₃ , KOH	9'	Fe ₂ O ₃	HCl, NaOH
10	NiO	H ₂ SO ₄ , NaOH	10'	Nb ₂ O ₅	H ₂ SO ₄ , NaOH
11	V ₂ O ₃	H ₂ SO ₄ , KOH	11'	MgO	HNO ₃ , KOH
12	MoO	HNO ₃ , KOH	12'	Ru ₂ O ₃	HNO ₃ , NaOH
13	Sc ₂ O ₃	H ₂ SO ₄ , NaOH	13'	BaO	H ₂ SO ₄ , KOH
14	CaO	HCl, NaOH	14'	Cr ₂ O ₃	H ₂ SO ₄ , KOH
15	CrO ₃	H ₂ SO ₄ , KOH	15'	Mn ₂ O ₃	HNO ₃ , NaOH

4. З метою видалення дефектного покриття, основну частину якого становить зазначений метал, зразок піддається травленню в електроліті. Розрахуйте, який об'єм електроліту буде потрібно для повного видалення покриття. Площа поверхні зразка 5 см², концентрація електроліту (C),

час обробки (t) і швидкість травлення ($V_{\text{тр}}$) наведені в таблиці. При записи рівняння хімічної реакції врахуйте концентрацію кислоти (концентрована або розбавлена).

Варіант	Метал	Електроліт	C , моль/л	t , хв.	$V_{\text{тр}}$, г/см ² ·хв.
1	Cu	HNO ₃	2	30	0,128
2	Fe	HCl	5	15	0,280
3	Mg	H ₂ SO ₄	3,5	10	0,458
4	Zn	HCl	2,5	15	0,109
5	Ti	HNO ₃	4,5	35	0,130
6	Ni	H ₂ SO ₄	16	40	0,590
7	Co	HNO ₃	5,5	65	0,074
8	Cu	H ₂ SO ₄	15	35	0,320
9	Zn	H ₂ SO ₄	2	10	0,392
10	Sn	HNO ₃	3	45	0,148
11	Ni	HNO ₃	4,5	35	0,113
12	Fe	H ₂ SO ₄	2	20	0,112
13	Al	HCl	1,5	10	0,068
14	Cd	HNO ₃	3,5	30	0,262
15	Ti	HNO ₃	20	20	0,407

Варіант	Метал	Електроліт	C , моль/л	t , хв.	$V_{\text{тр}}$, г/см ² ·хв.
1'	Pb	HNO ₃	3,5	25	0,310
2'	Co	H ₂ SO ₄	18	3,5	0,304
3'	Mg	HCl	2	10	0,432
4'	Al	H ₂ SO ₄	1,5	15	0,108
5'	Cr	HNO ₃	15	20	0,390
6'	Mn	H ₂ SO ₄	17	25	0,336
7'	Co	HCl	4	50	0,094
8'	In	H ₂ SO ₄	15	30	0,382
9'	Sn	HNO ₃	20	60	0,298
10'	Fe	HNO ₃	13	25	0,400
11'	Al	HNO ₃	2,5	10	0,420
12'	Cd	H ₂ SO ₄	17	45	0,300
13'	Pb	HNO ₃	22	30	0,550
14'	Mg	H ₂ SO ₄	14	8	0,642
15'	Zn	HNO ₃	3,5	10	0,228

5. Олово зі свинцем утворює легкоплавку евтектики «третнік», що є припоєм при низькотемпературній пайці різних металів. Розрахуйте, який об'єм газу виділиться при розчиненні 15 г припою, що містить 61% Sn і 39% Pb в концентрованій нітратній кислоті при н.у., враховуючи, що олово розчиняється з утворенням олов'яної кислоти H₂SnO₃, а свинець утворює нітратну сіль.
6. Одним з методів очищення ртуті від домішок є промивка в слабкому розчині HNO₃. Ртуть в ньому не розчиняється, а домішки металів переходять в йонний стан. Розрахуйте, який об'єм 0,5 моль/л розчину HNO₃ потрібно для очищення Hg (Zn) масою 10 г, якщо забрудненість цинком становить 25 мас.%. Продуктом відновлення нітратної кислоти вважати N₂.

7. Відновлюючи вугіллям сполуку $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ (хромистий залізняк), добувають сплав ферохром, який використовують у металургії. Визначте масову частку хрому в цьому сплаві, вважаючи, що інших компонентів, крім феруму та хрому, він не містить.
8. Молярна маса іодиду металу MeI_3 у 4 рази більша за молярну масу оксиду цього металу Me_2O_3 . Визначте цей метал.
9. Сплав дюралюмін містить алюміній, магній і мідь. Для аналізу взято шматок сплаву масою 6,8 г. Цей шматок занурили в хлоридну кислоту і одержали водень об'ємом 8,176 л (н.у.) та нерозчинний осад масою 0,2 г. Обчисліть масові частки металів у сплаві.
10. Цинкову пластинку масою 12 г помістили у розчин ацетату плюмбуму(II). Через деякий час маса пластинки збільшилася на 3,55 г. Обчисліть масу свинцю, який виділився, і масу цинку, що розчинився.

Тема 28. Задачі з теми алкани

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості насичених вуглеводнів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Метан, його склад, хімічна, електронна, просторова будова молекули, sp^3 -гібридизація електронних орбіталей атома Карбону.
2. Гомологічний ряд метану, фізичні властивості гомологів, просторова будова насичених вуглеводнів. Структурна ізомерія алканів.
3. Хімічні властивості алканів: повне і часткове окиснення, хлорування, нітрування, термічний розклад, ізомеризація. Механізм реакції заміщення.
4. Галогенопохідні алканів. Індукційний ефект. Реакції з активними металами, водою, лугами.

Задачі для самостійного розв'язання

1. При спалюванні вуглеводню, кількість речовини якого дорівнює 0,1 моль, утворились оксид карбону (IV) об'ємом 6,72 л (нормальні умови) та вода масою 72 г. Визначте формулу вуглеводню.
2. На спалювання 40 л пропан-метанової суміші витрачено 170 л кисню (н.у.). Визначте об'ємний склад вихідної суміші вуглеводнів.
3. До 5 л суміші вуглеводню й карбон(IV) оксиду додали 16 л кисню (н.у.) і суміш підпалили. Після реакції об'єм суміші складав 24 л, а після конденсації води – в два рази менше. Після цього її пропустили через розчин лугу і об'єм зменшився до 1 л. Визначте формулу вуглеводню.
4. Спалили 50 мл суміші бутану C_4H_{10} з киснем (кисень узятий у надлишку). Після закінчення реакції і приведення газів до початкових умов об'єм суміші зменшився на 17,5 мл. Розрахуйте об'ємні частки компонентів вихідної й отриманої сумішей після реакції газових сумішей. Об'єми газів виміряні при $25^\circ C$ і $1,013 \cdot 10^5$ Па.
5. До суміші азоту з метаном об'ємом 100 мл додали 100 мл кисню (кисень узятий у надлишку) і підпалили. Після закінчення реакції і конденсації парів води об'єм газів склав 120 мл. Об'єми газів виміряні за однакових умов. Визначте об'єм азоту у вихідній суміші.
6. При спалюванні 134,4 л суміші метану, карбон монооксиду і етану отримали 179,2 л карбон діоксиду. Об'єми виміряні за н. у. Визначте об'єм етану в газовій суміші.
7. Газова суміш, що складається з водню, метану і карбон монооксиду, має густину 0,857 г/л за н. у. Для повного спалювання 1 л суміші потрібно 4,52 л повітря. Визначте об'ємні частки компонентів суміші.
8. Для спалювання 40 см^3 суміші пропану з бутаном витрачено 248 см^3 кисню. Визначити об'ємний склад пропан-бутанової

суміші у відсотках.

9. При спалюванні 10 л газової суміші, що складається з пропану (C_3H_8) та бутану (C_4H_{10}) утворилося 38 л карбон(IV) оксиду (всі виміри зроблені за однакових умов). Визначити об'єми газів у вихідній суміші.
10. Скільки кубометрів повітря, що містить 20% кисню, потрібно для згоряння 1 м^3 природного газу, що містить 90% метану (CH_4), 5% етану (C_2H_6), 3% водню і 2% азот (N_2)?
11. При спалюванні 10 л газової суміші, що складається з пропану (C_3H_8) та бутану (C_4H_{10}) утворилося 38 л карбон(IV) оксиду (всі виміри зроблені за однакових умов). Визначити об'єми газів у вихідній суміші.
12. Вуглеводень складу $C_{12}H_{26}$ одержують за реакцією Вюрца з первинного йодалкану без побічних продуктів реакції, а при його нітруванні за реакцією Коновалова утворюється третинний мононітроалкан. При відновленні йодалкану, використаного в реакції синтезу, утворюється 3-метилпентан, а при відщепленні йодоводню – 3-метил-1-пентен. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
13. Вуглеводень складу C_8H_{18} одержують за реакцією Вюрца з первинного йодалкану без утворення інших алканів. При хлоруванні вуглеводень утворює третинний 2-хлоралкан. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
14. Вуглеводень складу C_8H_{18} при хлоруванні утворює третинний монохлоралкан. Синтезують алкан із двох первинних бромалканів, один з яких при відновленні утворює пропан, другий – при відщепленні бромоводню – 3-метил-1-бутен. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
15. Назвіть галогеналкіли (галогенпохідні насичених вуглеводнів), з яких за реакцією Вюрца можна одержати 4-

- етил-2,2-диметилгептан. Запишіть рівняння відповідних реакцій.
16. Вуглеводень складу $C_{12}H_{26}$ одержують за реакцією Вюрца з первинного йодалкану без побічних продуктів реакції, а при його нітруванні за реакцією Коновалова утворюється третинний мононітроалкан. При відновленні йодалкану, використаного в реакції синтезу, утворюється 3-метилпентан, а при відщепленні йодоводню – 3-метил-1-пентен. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
 17. Вуглеводень складу C_8H_{18} одержують за реакцією Вюрца з первинного йодалкану без утворення інших алканів. При хлоруванні вуглеводень утворює третинний 2-хлоралкан. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
 18. Вуглеводень складу C_8H_{18} при хлоруванні утворює третинний монохлоралкан. Синтезують алкан із двох первинних бромалканів, один з яких при відновленні утворює пропан, другий – при відщепленні бромоводню – 3-метил-1-бутен. Визначте будову вуглеводню. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
 19. Виведіть молекулярну формулу насиченого вуглеводню, який використовують як паливо, якщо масова частка Гідрогену в ньому становить 17,24%, а відносна густина за воднем 29. Складіть структурні формули його ізомерів.
 20. Масова частка Карбону в молекулі алкану становить 80%, а його густина за воднем – 15. Виведіть формулу насиченого вуглеводню, запишіть його структурну формулу.
 21. Внаслідок спалювання 0,65 г речовини добули 2,2 г карбон(IV) оксиду та 0,45 г води. Густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 39. Знайдіть молекулярну формулу речовини.

22. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витратили 212,8 л (н.у.) кисню. Визначити молекулярну формулу алкану, записати його можливі ізомери.
23. Внаслідок спалювання 6,45 г органічної речовини одержали 10,08 л (н.у.) карбон(IV) оксиду та 9,45 г води. Густина пари цієї речовини за метаном дорівнює 5,375. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
24. Знайдіть молекулярну формулу алкану, якщо відомо, що густина пари його за повітрям дорівнює 5,862.
25. Галогенопохідне насиченого вуглеводню масою 6,15 г прокип'ятили з водним розчином калій гідроксиду об'ємом 150 мл з молярною концентрацією 1 моль/л. Після закінчення реакції для нейтралізації надлишку лугу додали розчин нітратної кислоти ($V = 21,74$ мл, $\rho = 1,15$ г/мл, $W = 25,2\%$). Далі додали надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому випав осад масою 9,39 г. Визначити формулу галогеналкану. Написати структурні формули можливих його ізомерів.
26. Який об'єм природного газу, що містить 96% метану, азот, благородні гази, карбон оксиди та незначні кількості інших домішок, буде потрібний для добування водню, за допомогою якого можна відновити молібден(VI) оксид масою 14,4 кг, якщо практичний вихід водню становить 89% від теоретично можливого?
27. Під час нагрівання іодметану масою 2,84 г з металічним натрієм масою 0,69 г добули етан, об'єм якого за нормальних умов становив 179,2 мл. Визначити вихід продукту реакції.
28. На галогенування метану кількістю речовини 0.5 моль витратили 33,6 л хлору (н.у.). яка кількість речовини утвореного галогенопохідного?
29. Обчисліть, чи вистачить калій перманганату кількістю речовини 0,2 моль, щоб добути кисень, в якому можна спалити пентан масою 31 г?

30. Вуглекислий газ, одержаний при спалюванні пропану масою 8,8 г, пропустили крізь надлишок вапняної води. Чому дорівнює маса осаду, що утворився при цьому?
31. Обчисліть, де більше молекул – в етані масою 3 г чи у сірководні масою 3,4 г. (в обох наважках порівню)
32. Обчисліть, де більше молекул – в метані об'ємом 11,2 л (н.у.) чи у бромоводні масою 8,1 г.
33. Спалили 2,2,3-триметилгексан масою 6,4 г і продукти реакції пропустили крізь вапняну воду з масовою часткою кальцій гідроксиду 3,7%. Яка маса вапняної води, якщо утворилася середня сіль?
34. Який об'єм кисню необхідний для спалювання пропану об'ємом 40 л?
35. Який об'єм карбон (IV) оксиду можна одержати спалюванням гексану кількістю речовини 6 моль (н.у.)?
36. Спалили бутан об'ємом 44,8 л. Який об'єм повітря (20% кисню), витрачено на його спалювання?
37. Який об'єм кисню потрібен для спалювання циклогексану кількістю речовини 0,5 моль (н.у.)?
38. Карбон (IV) оксид, одержаний при спалюванні 4,48 л метану (н.у.), пропущено через розчин натрій гідроксиду, об'єм якого 100 мл, густина $1,32 \text{ г/см}^3$, масова частка розчиненої речовини 28%. Яка сіль утворилася при цьому? Обчисліть її масу.
39. Яка сіль утвориться, якщо карбон (IV) оксид, одержаний при спалюванні 11,2 л етану (н.у.), пропустити через 22,4 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 12% і густиною $1,14 \text{ г/см}^3$? Обчисліть її масу.
40. Спалили суміш етану і пропану об'ємом 4,48 л (н.у.) і відносною густиною за воднем 19,9. Одержаний вуглекислий газ пропустили через розчин, що містить 25,6 г їдкого натру. Визначте масу і склад солей, які утворилися в результаті реакції.

41. Вуглекислий газ, утворений унаслідок спалювання бутану об'ємом 3,36 л (н.у.), пропустили крізь розчин натрій гідроксиду масою 120 г з масовою часткою лугу 20%. Яка маса солі, що утворилась при цьому?
42. Який об'єм вуглекислого газу можна одержати спалюванням 10 л метану в 10 л кисню? (5 л)
43. Яка молекулярна формула відповідає флуоропохідному алкану, що має густину за воднем 33 і містить 57,57% Флуору?
44. Як називається алкан, густина парів якого за воднем дорівнює 36?
45. Алкан кількістю речовини 0,2 моль має масу 22,8 г. Яка назва цієї сполуки?
46. Алкан масою 14,5 г за нормальних умов займає об'єм 5,6 л. Яка назва цієї сполуки?
47. Як називається алкан, масова частка Карбону в молекулі якого становить 84,21%, а густина за повітрям дорівнює 3,93?
48. Масова частка Карбону в молекулі алкану становить 75%. Відносна густина сполуки за повітрям дорівнює 0,55. Визначте речовину.
49. Відносна густина за воднем алкану дорівнює 29. Визначте формулу цієї сполуки.
50. Алкан масою 11 г за нормальних умов займає об'єм 5,6 л. Яка назва цієї сполуки? (пропан)
51. Алкан масою 15 г за нормальних умов займає об'єм 11,2 л. Яка формула цієї сполуки?
52. При спалюванні 10 г органічної речовини утворюється 27,5 г вуглекислого газу і 22,5 г води. Відносна густина пари речовини за киснем дорівнює 0,5. Виведіть молекулярну формулу речовини.
53. Внаслідок спалювання 8,8 г вуглеводню утворилось 26,4 г карбон (IV) оксиду. Маса 1 л речовини за нормальних умов 1,96 г. Яка молекулярна формула вуглеводню?

54. При спалюванні 5,6 л органічної речовини утворюється 16,8 л вуглекислого газу (н.у.) і 18 г води. Відносна густина пари речовини за вуглекислим газом дорівнює 1. Встановіть молекулярну формулу речовини.
55. Внаслідок спалювання 1 моль вуглеводню утворилось 132 г карбон (IV) оксиду. Маса 1 л речовини за нормальних умов дорівнює 1,961 г. Яка молекулярна формула вуглеводню?
56. При спалюванні вуглеводню масою 4,4 г утворилось 0,3 моль карбон (IV) оксиду і вода. Ця речовина масою 0,11 г займає об'єм 56 мл (н.у.). встановіть формулу сполуки.
57. В результаті спалювання 112 мл газу утворилося 448 мл карбон (IV) оксиду (н.у.) і 0,45 г води. Густина речовини за воднем 29. Знайдіть молекулярну формулу газу.
58. Виведіть формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому складає 82,8%, а маса 1 л цього газу (н.у.) дорівнює 2,59 г.
59. При спалюванні 29 г органічної речовини утворюється 88 г вуглекислого газу і 45 г води. Відносна густина пари речовини за повітрям дорівнює 2. Виведіть молекулярну формулу речовини.
60. При спалюванні 5,6 л газоподібного вуглеводню утворився карбон (IV) оксид об'ємом 22,4 л (н.у.) і 22,5 г води. Знайдіть формулу сполуки.
61. При спалюванні 15,68 л органічної речовини утворилося 78,4 л вуглекислого газу (н.у.) і 75,6 г води. Виведіть молекулярну формулу речовини, якщо відносна густина пари речовини за повітрям дорівнює 2,483.
62. При спалюванні 0,1 моль вуглеводню утворилось 0,5 моль карбон (IV) оксиду і 10,8 г води. Виведіть молекулярну формулу сполуки.
63. Внаслідок спалювання алкану масою 7,2 г утворюється вуглекислий газ об'ємом 11,2 л (н.у.). Яка назва цієї сполуки?

64. Унаслідок спалювання насиченого вуглеводню об'ємом 2,24 л утворився вуглекислий газ об'ємом 6,72 л (н.у.). Яка формула цього вуглеводню?
65. Під час згоряння 1 моль газу утворюється карбон (IV) оксид об'ємом 44,8 л (н.у.) і 54 г води. Яка його молекулярна формула?
66. У результаті спалювання 44,8 л насиченого вуглеводню утворилось 134,4 л вуглекислого газу (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
67. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витрачається 78,4 л кисню (н.у.). Який це вуглеводень?
68. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витрачається 112 л кисню (н.у.). Знайдіть формулу сполуки.
69. На спалювання 0,5 моль насиченого вуглеводню витрачається 123,2 л кисню (н.у.). Знайдіть формулу сполуки.
70. На спалювання 2 моль насиченого вуглеводню витрачається 358,4 л кисню (н.у.). Який це вуглеводень? (C_5H_{12})
71. Об'єм кисню, що витрачається на спалювання 1 моль насиченого вуглеводню, на 89,6 л більший, ніж об'єм вуглекислого газу, що утворюється при цьому (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
72. При спалюванні 1 моль насиченого вуглеводню утворюється на 112 л менший об'єм карбон (IV) оксиду, ніж об'єм кисню, що витрачається при цьому. Знайдіть формулу сполуки.
73. Пропускаючи над розжареним вугіллям карбон (IV) оксид, добутий спалюванням 1 моль насиченого вуглеводню, одержали 134,4 л карбон (II) оксиду (н.у.). Встановіть формулу сполуки, якщо вугілля було в надлишку, а масова частка виходу продуктів реакції складала 100%.
74. Який циклопарафін піддали спалюванню, якщо при цьому було витрачено кисень з розрахунку 7,5 моль кисню на 1 моль сполуки?

75. Який циклопарафін піддали спалюванню, якщо при цьому було витрачено кисень з розрахунку 4,5 моль кисню на 1 моль сполуки?
76. При спалюванні 0,5 моль циклопарафіну утворилась вода, при дії на яку постійним електричним струмом добули 67,2 л водню (н.у.). Встановіть формулу вуглеводню.
77. У результаті спалювання 0,5 моль циклопарафіну утворилось 54 г води. Встановіть формулу сполуки.
78. На спалювання 0,5 моль алкану витрачається 56 л кисню (н.у.). Знайдіть формулу сполуки.
79. При спалюванні 20 л суміші метану й етану утворилось 24 л вуглекислого газу. Визначте об'ємні частки вуглеводнів у складі суміші. Всі об'єми виміряні за однакових умов.
80. На спалювання 40 л пропан-метанової суміші витрачено 170 л кисню (н.у.). визначте об'ємний склад вихідної суміші вуглеводнів.
81. При спалюванні 10 л пропан-бутанової суміші утворилось 38 л карбон (IV) оксиду. Визначте масові частки газів у суміші, якщо всі виміри проводились за однакових умов.
82. Визначте об'єм кисню, що містить 8% озону, необхідного для спалювання 20 л бутану (н.у.).
83. Після спалювання 20 л метан-етанової суміші утворилось 30 л карбон (IV) оксиду. Визначте склад суміші.
84. На спалювання 20 л метан-етанової суміші витрачено 65 л кисню (н.у.). Визначте масову частку метану в суміші.
85. Суміш метану з етаном об'ємом 33,6 л (н.у.) спалили, а продукти реакції пропустили через надлишок розчину натрій гідроксиду і добули 212 г солі. Визначте об'ємний склад суміші.
86. До суміші газів, що складається з 10 мл пропану та 20 мл бутану (н.у.) додали надлишок кисню, після чого суміш підірвали. На скільки мілілітрів зменшився об'єм газової суміші після приведення її до нормальних умов?

87. До 5 л суміші вуглеводню й карбон (IV) оксиду додали 16 л кисню (н.у.) і суміш підпалили. Після реакції об'єм газоподібних продуктів реакції дорівнював 24 л, а після конденсації води – в два рази менше. Після цього її пропустили через розчин лугу, і об'єм ще зменшився до 1 л. Визначте формулу вуглеводню.
88. У закритій посудині спалили 30 мл суміші метану й етану з 120 мл кисню. Після спалювання, поглинання карбон (IV) оксиду та води і приведення утвореної суміші до початкових умов об'єм газу, в якому спалахує тліюча скіпка, дорівнював 30 мл. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
89. У закритій посудині спалили 30 мл суміші метану з киснем. Після поглинання води і вуглекислого газу залишилось 15 мл газу, в якому спалахує тліюча скіпка. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші, якщо виміри зроблено за нормальних умов.
90. Який об'єм метану (н.у.) може бути отриманий з вуглецю і водню, якщо в реакції використано 27 г вуглецю, а практичний вихід продукту реакції складає 0,97?)
91. Із 40 л природного газу (н.у.) отримали 30,3 г хлорметану. Розрахуйте об'ємну частку метану у природному газі, якщо вихід хлорметану складає 40% від теоретично можливого.
92. Унаслідок взаємодії алюміній карбїду масою 72 г і води ($\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 3\text{CH}_4 + 4\text{Al}(\text{OH})_3$) одержали метан об'ємом 26,88 л (н.у.). чому дорівнює масова частка виходу метану від теоретично можливого?

Тема 29. Задачі з теми алкени і алкадієни

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості алкенів і алкадієнів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Етилен, його склад, хімічна, електронна, просторова будова молекули, sp^2 -гібридизація електронних орбіталей атома Карбону. Подвійний карбон-карбоновий зв'язок, σ - та π - зв'язки. Гомологічний ряд етилену. Фізичні властивості. Ізомерія етиленових вуглеводнів, номенклатура.
2. Хімічні властивості алкенів: повне і часткове окиснення, приєднання водню, галогенів, галогеноводнів, води, полімеризація. Правило В.В.Марковникова. Механізм реакції приєднання за подвійним зв'язком.
3. Добування та застосування етиленових вуглеводнів.
4. Дієнові вуглеводні (алкадієни). Будова молекул дієнових вуглеводнів зі спряженими зв'язками. Хімічні властивості: окиснення, приєднання, полімеризація. Застосування алкадієнів. Природний каучук.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Вуглеводень належить до гомологічного ряду етилену. Напишіть його структурну формулу, знаючи, що 0,21 г його може приєднати 0,8 г бром.
2. При згорянні 1 л газоподібного вуглеводню, що знебарвлює розчин калій перманганату, витрачається 4,5 л кисню, причому утворюється 3 л вуглекислого газу. Складіть структурну формулу цього вуглеводню, якщо всі об'єми газів виміряні за однакових умов.
3. При пропусканні суміші етилену з етаном масою 20 г через склянку з бромом маса склянки збільшилась на 8 г. Визначити об'єми газів (н.у.) у вихідній суміші.

4. Продукт приєднання хлору до етилену широко використовується для боротьби з шкідниками у зерносховищах. Виходячи з норми 300 г речовини на 1 м³ приміщення, знайдіть, який об'єм етилену (н.у.) слід взяти для добування діючої речовини, потрібної для знезараження 500 м³ приміщення, якщо вихід продукту реакції становить 78% від теоретично можливого.
5. При пропусканні через 8%-ний розчин бромів 16,8 л суміші метану етану та етину, відносна густина якої за воднем дорівнює 13, прореагувало 900 г розчину бромів. Визначити об'ємні частки газів у вихідній суміші.
6. Визначити молекулярну формулу етиленового вуглеводню, якщо 7 г його приєднують 1,8 г води. Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
7. Визначити молекулярну формулу етиленового вуглеводню, якщо на повне гідрування 28 г його витратили водень об'ємом 11,2 л (н.у.). Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
8. Алкен масою 8,4 г приєднує бромоводень об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначити молекулярну формулу цієї сполуки, скласти структурні формули можливих її ізомерів, дати їм назви.
9. Алкен масою 2,8 г приєднує хлор кількістю речовини 0,05 моль. Визначити молекулярну формулу цієї сполуки, скласти структурні формули можливих її ізомерів, дати їм назви.
10. 1 г суміші бутану і бутену-1 знебарвлює 24 г 10%-ного розчину бромів. Визначити масову частку бутену-1 в суміші. Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
11. Масова частка Карбону в алкені дорівнює 85,7%, а Гідрогену – 14,3%. Відносна густина газу за воднем дорівнює 21. Визначте алкен.

12. Розрахуйте об'єм водню (н.у), який може приєднати суміш газів масою 15,4 г., що містить етен (масова частка 54,5%), пропен (27,3%) і бутен (18,2%).
13. Визначити молекулярну формулу етиленового вуглеводню, якщо 7 г його приєднують 1,8 г води. Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
14. Визначити молекулярну формулу етиленового вуглеводню, якщо на повне гідрування 28 г його витратили водень об'ємом 11,2 л (н.у.). Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
15. Алкен масою 8,4 г приєднує бромоводень об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначити молекулярну формулу цієї сполуки, скласти структурні формули можливих її ізомерів, дати їм назви.
16. Алкен масою 2,8 г приєднує хлор кількістю речовини 0,05 моль. Визначити молекулярну формулу цієї сполуки, скласти структурні формули можливих її ізомерів, дати їм назви.
17. 1 г суміші бутану і бутену-1 знебарвлює 24 г 10%-ного розчину бром. Визначити масову частку бутену-1 в суміші. Скласти структурні формули можливих ізомерів цієї сполуки, дати їм назви.
18. Який об'єм природного газу, що містить 96% метану, азот, благородні гази, карбон оксиди та незначні кількості інших домішок, буде потрібний для добування водню, за допомогою якого можна відновити молібден(VI) оксид масою 14,4 кг, якщо практичний вихід водню становить 89% від теоретично можливого?
19. Для повного згоряння етану (C_2H_6) з етеном (C_2H_4) об'ємом 30 л потрібно 100 л кисню. Знайдіть об'єми газів у вихідній суміші.
20. Суміш етану та етилену об'ємом 200 мл (нормальні умови) знебарвила бромну воду масою 25 г. Розрахуйте об'ємну

частку етилену в суміші, якщо масова частка бром у в бромній воді становить 3,2 %.

21. Із 6,8 г ненасиченого вуглеводню в результаті реакції з бромом утворюється 22,8 г диброміду. Відомо, що продукт гідрогенування вихідного вуглеводню взаємодіє з хлором при нагріванні і при освітленні, даючи лише одне моноклоропохідне. Яка структурна формула ненасиченого вуглеводню?
22. Який об'єм (н.у.) має пропен кількістю речовини 0,2 моль?
23. Де більше молекул – в етені масою 2,8 г чи в азоті об'ємом 2,24 л (н.у.)?
24. Бромна вода, масова частка бром у в якій становить 0,8%, була знебарвлена пропеном об'ємом 0,56 л (н.у.). Чому дорівнювала маса бромної води?
25. Який об'єм (н.у.) має пропен масою 8,4 г?
26. Масова частка CaC_2 у наважці кальцій карбїду масою 16 г становить 80%. Який об'єм кисню (н.у.) витрачається на спалювання одержаного з нього ацетилену?
27. Яка речовина і в якій кількості утвориться в результаті реакції сполучення бутадїєну-1,3 кількістю речовини 0,4 моль і бром у кількістю речовини також 0,4 моль?
28. Яку масу 2,2-дихлорпропану максимально можна одержати із пропіну кількістю речовини 0,5 моль і хлороводню об'ємом 44,8 л (н.у.)?
29. Алкен об'ємом 1 л за нормальних умов важить 1,25 г. Яка його молекулярна формула? (C_2H_4)
30. Густина вуглеводню за повітрям дорівнює 2, а масова частка Гїдрогену в ньому становить 17,24%. Який це вуглеводень?
31. Газоподібний алкен об'ємом 1 л (н.у.) має масу 1,25 г і містить 85,72% Карбону. Яка його молекулярна формула?
32. При спалюванні 0,28 г вуглеводню утворився карбон (IV) оксид кількістю речовини 0,02 моль. Виведїть формулу сполуки, якщо відомо, що 1 г її за нормальних умов займає об'єм 800 мл .

33. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому 85,7%, а відносна густина парів речовини за воднем 21. Складіть формули ізомерів цієї речовини. Яким чином один ізомер можна відрізнити від іншого?
34. Знайдіть молекулярну формулу газоподібного вуглеводню, якщо відомо, що при спалюванні 5,6 л (н.у.) цієї речовини утворюється 33 г карбон (IV) оксиду і 13,5 г води.
35. У результаті спалювання 28 мл газу утворюється 84 мл карбон (IV) оксиду (н.у.) і 67,5 мг води. Відносна густина газу за воднем становить 21. Виведіть його молекулярну формулу.
36. При спалюванні 28 л органічної речовини утворюється 112 л вуглекислого газу (н.у.) і 67,5 г води. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 27. Встановіть молекулярну формулу речовини.
37. Внаслідок спалювання вуглеводню масою 4,2 г утворився карбон (IV) оксид масою 13,2 г. Відносна густина пари цієї речовини за воднем – 42. Знайдіть молекулярну формулу вуглеводню.
38. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, при спалюванні 2,24 л якого утворюється 4,48 л вуглекислого газу (н.у.), а маса 1 л речовини дорівнює 1,1607 г.
39. Унаслідок спалювання газоподібної сполуки об'ємом 11,2 л утворився карбон (IV) оксид об'ємом 44,8 л (н.у.) та вода масою 36 г. Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
40. Органічна речовина об'ємом 1 л важить 1,1607 г, а 2,24 л цієї сполуки згоряють з утворенням карбон (IV) оксиду об'ємом 4,48 л (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
41. У результаті спалювання вуглеводню кількістю речовини 0,4 моль утворився карбон (IV) оксид об'ємом 35,84 л (н.у.) та вода масою 21,6 г. Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
42. Етиленовий вуглеводень масою 4,2 г приєднує 16 г бром. Знайдіть молекулярну формулу сполуки, складіть структурну.

43. Етиленовий вуглеводень масою 5,6 г приєднав 4,48 л хлороводню (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
44. Етиленовий вуглеводень масою 16,8 г приєднує 6,72 л бромоводню (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки, складіть структурну.
45. Етиленовий вуглеводень масою 2,8 г приєднав 2,24 л хлору (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
46. Ацетиленовий вуглеводень масою 5,4 г повністю прореагував з 4,48 л хлороводню (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
47. Ацетиленовий вуглеводень масою 6,8 г повністю прореагував з 32 г броду. Встановіть молекулярну формулу сполуки.
48. Ацетиленовий вуглеводень масою 2,7 г повністю прореагував з 2,24 л бромоводню (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
49. Дієновий вуглеводень масою 3,4 г повністю прореагував з 2,24 л хлороводню (н.у.). Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
50. Яка формула етиленового вуглеводню, якщо відомо, що 7 г його знебарвлюють 80 г бромної води з масовою часткою броду 20%?
51. Алкен масою 7 г приєднує бромоводень, об'єм якого однаковий з об'ємом метану масою 2 г (н.у.). Визначте формулу алкену.
52. На спалювання 0,5 моль етиленового вуглеводню витрачається 33,6 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
53. На спалювання 1 моль етиленового вуглеводню витрачається 100,8 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
54. Кількість речовини кисню, необхідного для спалювання 1 моль етиленового вуглеводню, більша від кількості речовини вуглекислого газу, що є продуктом цієї реакції, на 1,5 моль. Встановіть формулу сполуки.

55. Щоб спалити 1 моль ацетиленового вуглеводню, необхідно 56 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
56. На спалювання 0,5 моль ацетиленового вуглеводню необхідно 44,8 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
57. На спалювання 1 моль етиленового вуглеводню витрачається 3 моль кисню. Встановіть формулу сполуки.
58. У результаті спалювання 0,5 моль дієнового вуглеводню утворилось 27 г води. Встановіть формулу сполуки.
59. У результаті спалювання 1 моль дієнового вуглеводню утворилось 4 моль води. Встановіть формулу сполуки.
60. На спалювання 1 моль етиленового вуглеводню витрачається 10,5 моль кисню (н.у.). Знайдіть формулу сполуки.
61. Вуглекислого газу, що виділився при спалюванні 0,25 моль ацетиленового вуглеводню (н.у.), вистачило на утворення 100 г кальцій карбонату. Назвіть формулу сполуки.
62. Вуглекислий газ, що виділився при спалюванні 0,25 моль ацетиленового вуглеводню, пропустили через розжарене вугілля. При цьому утворилось 33,6 л (н.у.) карбон (II) оксиду. Назвіть формулу вуглеводню.)
63. Вуглекислий газ, одержаний спалюванням 1 моль дієнового вуглеводню, пропустили через розчин натрій гідроксиду. При цьому утворилось 420 г кислої солі. Визначте формулу дієнового вуглеводню.
64. Пара води, яка утворилась при спалюванні 0,1 моль ацетиленового вуглеводню, була поглинута фосфор (V) оксидом. При цьому утворилось 26,14 г ортофосфатної кислоти. Встановіть формулу вуглеводню.
65. Об'єм кисню, що витрачається на спалювання 1 моль дієнового вуглеводню, на 67,2 л більший, ніж об'єм вуглекислого газу, що утворюється при цьому (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
66. Пропускаючи над розжареним вугіллям карбон (IV) оксид, добутий спалюванням 0,1 моль алкену, одержали 17,92 л (н.у.) карбон (II) оксиду. Встановіть формулу сполуки, якщо

вугілля було в надлишку, а масова частка виходу продуктів реакції склала 100%.

67. Вода масою 72 г утворюється під час згоряння алкену кількістю речовини 1 моль. Яка його формула?
68. Визначте формулу алкена, 7 г якого приєднали бром масою 16 г. (C_5H_{10})
69. Алкен масою 8,4 г приєднує бромоводень об'ємом 3,36 л (н.у.). Яка його формула? (C_4H_8)
70. На повне гідрування алкену масою 28 г витратили водень об'ємом 11,2 л (н.у.). Яка його формула?
71. На спалювання 2 моль етиленового вуглеводню витрачається 6 моль кисню (н.у.). Знайдіть формулу сполуки.
72. У результаті спалювання алкену об'ємом 5,6 л (н.у.) утворився карбон (IV) оксид масою 33 г. Встановіть формулу сполуки.
73. Алкен масою 0,7 г знебарвив бромну воду масою 40 г з масовою часткою бромоводню 4%. Встановіть формулу утвореної сполуки.
74. Вуглекислий газ, що виділився при спалюванні 0,1 моль ацетиленового вуглеводню пропустили крізь розчин натрій гідроксиду й одержали кислу сіль масою 42 г. Встановіть формулу ацетиленового вуглеводню.
75. Алкін масою 27 г приєднує бромоводень об'ємом 22,4 л (н.у.). Яка його формула?
76. Яка речовина утвориться внаслідок приєднання бромоводню масою 81 г до бутадієну-1,3 масою 27 г?
77. Алкадієн кількістю речовини 1 моль повністю згоряє в кисні об'ємом 156,8 л (н.у.). Установіть молекулярну формулу сполуки і запропонуйте структурну.)
78. На каталітичне гідрування 2-етилбутадієну-1,3 масою 6,8 г було використано водень об'ємом 44,8 л (н.у.). Яка речовина є продуктом цієї реакції?
79. До 5 л метан-пропенової суміші додали рівний об'єм водню. Суміш пропустили над платиновим каталізатором, після чого

- її об'єм дорівнював 9 л. Визначте об'ємний склад вихідної суміші вуглеводнів, якщо всі виміри проводились за однакових умов.
80. До 66 л пропену з пропаном додали 5 л водню. Після пропускання суміші над платиновим катализатором при підвищеній температурі її об'єм став рівним 7 л. Знайдіть об'ємну частку пропану у вихідній суміші. Всі виміри проведено за однакових умов.
 81. Для повного згоряння суміші метану з етиленом об'ємом 30 л потрібно 70 л кисню. Знайдіть об'єм метану у вихідній суміші, якщо всі виміри проводились за однакових умов.
 82. Суміш етану та етилену об'ємом 10 л (н.у.) піддали високотемпературному дегідруванню і добули суміш етилену та водню об'ємом 16 л. Визначте об'ємну частку етилену у вихідній суміші, якщо всі об'єми приведено до однакових умов.
 83. До 12 мл суміші етану з етенем додали 10 мл хлороводню. Після закінчення реакції об'єм суміші становив 14 мл (н.у.). Знайдіть об'ємну частку етану у вихідній суміші.
 84. До 100 мл суміші ацетилену з азотом додали 300 мл кисню. В результаті горіння об'єм суміші зменшився до 280 мл. Визначте об'ємний склад вихідної газової суміші після приведення її до нормальних умов.
 85. При пропусканні суміші етану й ацетилену через склянку з бромною водою маса вмісту склянки збільшилась на 1,3 г, а при повному згорянні такої ж кількості суміші утворилося 14 л карбон (IV) оксиду (н.у.). Визначте об'єм вихідної суміші за нормальних умов.
 86. При обробці водою 9,92 г суміші кальцій і алюміній карбідів утворюється 4,48 л (н.у.) суміші метану й ацетилену. Визначте масу кальцій карбиду і алюміній карбиду у суміші.
 87. Суміш етану з етенем об'ємом 200 мл за нормальних умов знебарвила бромну воду масою 40 г з масовою часткою бромну 1,6%. Розрахуйте об'ємні частки газів у суміші.

88. Суміш пропану і пропену об'ємом 4,48 л (н.у.) пропустили у склянку з бромною водою. Унаслідок цього маса склянки збільшилася на 1,26 г. Розрахуйте об'ємну частку пропену у складі суміші.
89. До 24 мл суміші етану з етенем додали 20 мл хлороводню. Після закінчення реакції об'єм суміші становив 28 мл (н.у.). Чому дорівнює об'єм хлороводню, що не прореагував?
90. Знаючи, що тепловий ефект реакції горіння етилену - 1411,91 кДж, обчисліть кількість теплоти, яка виділяється при горінні 0,2 моль етилену.
91. Знаючи, що тепловий ефект реакції горіння етилену - 1411,91 кДж, обчисліть кількість теплоти, яка виділяється при горінні 140 г етилену.
92. При спалюванні ацетилену кількістю речовини 1 моль виділяється 1300кДж теплоти. Яка кількість теплоти виділяється при спалюванні ацетилену, одержаного з технічного карбїду кальцію масою 147,13 г, що містить 13% домішок?
93. При спалюванні ацетилену кількістю речовини 1 моль виділяється 1350кДж теплоти. Яка кількість теплоти виділяється при спалюванні ацетилену об'ємом 448 л (н.у.).
94. За термохімічним рівнянням $2C_4H_6 + 11O_2 = 8CO_2 + 6H_2O$; $\Delta H = - 4620$ кДж обчисліть кількість теплоти, яка виділяється під час спалювання бутадієну об'ємом 448 л (н.у.).
95. Ацетилен отримують піролізом метану, який складає основу природного газу. Розрахуйте об'єм ацетилену, отриманого з 2800 м³ метану (н.у.), якщо об'ємна частка виходу ацетилену від теоретично можливого дорівнює 8,8%.
96. Обчисліть масу дивінілу, добутого з 2 м³ бутану (н.у.), якщо масова частка виходу дивінілу становить 70% від теоретично можливого.
97. Зразок технічного кальцій карбїду масою 16 г обробили надлишком води. Визначте об'єм газу (н.у.), який при цьому отримали, якщо масова частка домішок у кальцій карбїді

становить 20%, а об'ємна частка практичного виходу дорівнює 0,8.

98. У результаті гідратації етену (етилену) об'ємом 5,6 л (н.у.) утворився етанол. Масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого становить 95%. Яка маса утвореного етанолу?

Тема 30. Задачі з теми алкіни

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості ацетиленових вуглеводнів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Ацетилен, його склад, хімічна, електронна, просторова будова молекули. *sp*-гібридизація електронних орбіталей атома Карбону. Потрійний карбон-карбоновий зв'язок.
2. Гомологічний ряд ацетилену. Фізичні властивості, ізомерія, номенклатура алкінів.
3. Хімічні властивості: повне і часткове окиснення, заміщення, приєднання водню, галогенів, галогеноводнів, полімеризація.
4. Добування та застосування ацетилену.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Природний газ об'ємом 240 л (н.у.) використовують для добування ацетилену. Об'ємна частка метану в природному газі становить 85%. Визначити об'єм ацетилену (н.у.), що утворився, якщо його вихід становить 60%.
2. Ацетилен одержують піролізом метану, який складає основу природного газу. Який об'єм ацетилену можна добути з 2800 м³ природного газу (н.у.), що містить 96% метану, якщо вихід ацетилену становить 88% від теоретично можливого.

3. Зразок технічного кальцій карбїду масою 16 г обробили надлишком води. Визначте об'єм газу (н.у.), який при цьому отримали, якщо масова частка домішок у кальцій карбїді складає 20%, а масова частка виходу продукту реакції складає 80% від теоретично можливого.
4. Визначити масу бензену, одержаного при пропусканні 112 л ацетилену (н.у.) над розжареним вуглецем, якщо масова частка виходу бензену дорівнює 85% від теоретично можливого.
5. З технічного кальцій карбїду масою 20 г одержали ацетилен об'ємом 4,48 л (н.у.). Обчислити масову частку домішок у технічному карбїді.
6. Масова частка CaC_2 у наважці кальцій карбїду масою 6 г становить 80%. Обчислити об'єм ацетилену, який можна одержати з цієї наважки.
7. З технічного кальцій карбїду масою 200 г, де вміст домішок становить 20%, одержали ацетилен, який піддали повному гідруванню. Обчислити масу етану, який утворився, якщо практичний вихід його становить 75%.
8. Який об'єм ацетилену (н.у.) можна добути з 16 кг кальцій карбїду, масова частка домішок у якому становить 5%?
9. Обчислити масу кальцій карбїду, що містить 7% домішок, який потрібно взяти для добування 11,2 л ацетилену.
10. Обчислити об'ємні частки ацетилену й етану в суміші, якщо відомо, що 5,6 л цієї суміші може приєднати 4,48 л водню. Всі об'єми газів виміряні за однакових умов.
11. Природний газ об'ємом 240 л (н.у.) використовують для добування ацетилену. Об'ємна частка метану в природному газі становить 85%. Визначити об'єм ацетилену (н.у.), що утворився, якщо його вихід становить 60%.
12. Внаслідок спалювання 0,65 г речовини добули 2,2 г карбон(IV) оксиду та 0,45 г води. Густина пари цієї

- речовини за воднем дорівнює 39. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
13. На спалювання 1 моль насиченого вуглеводню витратили 212,8 л (н.у.) кисню. Визначити молекулярну формулу алкану, записати його можливі ізомери.
 14. Внаслідок спалювання 6,45 г органічної речовини одержали 10,08 л (н.у.) карбон(IV) оксиду та 9,45 г води. Густина пари цієї речовини за метаном дорівнює 5,375. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
 15. Знайдіть молекулярну формулу алкану, якщо відомо, що густина пари його за повітрям дорівнює 5,862.
 16. Визначити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=0,9571$, $W(H)=0,1429$. Відносна густина пари цієї речовини за вуглекислим газом дорівнює 1,91.
 17. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=51,89\%$, $W(H)=9,73\%$, $W(Cl)=38,38\%$. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 6,38.
 18. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=45,86\%$, $W(H)=8,91\%$, $W(Cl)=45,23\%$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 39,25.
 19. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=39,98\%$, $W(H)=6,6\%$, $W(O)=53,2\%$. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 4,138.
 20. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=52\%$, $W(H)=9\%$, $W(Cl)=39\%$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 92,5.

21. Установити молекулярну формулу органічної речовини, якщо відомі масові частки елементів, які складають цю сполуку: $W(C)=0,24$, $W(H)=0,05$, $W(Cl)=0,71$. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 25,25.
22. Алкін масою 27 г приєднує бромоводень об'ємом 22,4 л (н.у.). Яка його формула? (C_4H_6)
23. З технічного карбїду кальцію масою 20 г утворюється ацетилен об'ємом 4,48 л (н.у.). Масова частка домішок у такому карбїді кальцію за умови, що практичний вихід ацетилену дорівнює теоретичному, становить: а) 64%; б) 36%; в) 50%.
24. У лабораторії з ацетилену об'ємом 11,2 л (н.у.) і достатній кількості бромоводню добули 1,1-диброметан масою 84,6 г. Яка масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого?
25. Із пропіну кількістю речовини 0,5 моль і хлороводню об'ємом 44,8 л одержали 2,2-дихлорпропан. Яка його маса?
26. У результаті взаємодії пропіну з воднем об'єм суміші зменшився на 12 л і залишилося 4 л водню. Який об'єм займав пропін у початковій суміші?
27. Вуглекислий газ, одержаний спалюванням алкіну об'ємом 2,24 л, пропустили крізь розчин натрію гідроксиду й одержали кислу сіль масою 42 г. Яка формула алкіну?
28. Алкін масою 27 г повністю прореагував з бромоводнем об'ємом 22,4 л (н.у.). Яка його молекулярна формула?
29. Органічна речовина об'ємом 1 л важить 1,1607 г, а 2,24 л цієї сполуки згорає з утворенням вуглекислого газу об'ємом 4,48 л. Яка молекулярна формула цієї органічної сполуки?
30. Ацетилен одержують піролізом метану, який складає природного газу. Розрахуйте об'єм ацетилену, добутого з 2800 м³ метану, якщо об'ємна частка виходу ацетилену від теоретично можливого складає 8,8%.
31. Зразок технічного карбїду кальцію масою 16 г обробили надлишком води. Визначте об'єм газу, який при цьому

- отримали, якщо відомо, що масова частка домішок у карбіді кальцію складає 20%, а практичний вихід дорівнює 0,8.
32. Який об'єм ацетилену (н.у.) можна одержати взаємодією води з 1 кг технічного карбіду кальцію, масова частка домішок у якому складає 20%?
 33. Визначте масову частку домішок у зразку карбіду кальцію, якщо з 200 г його було одержано 56 л ацетилену (н.у.), а практичний вихід складає 100%.
 34. При зануренні зразка технічного карбіду кальцію масою 0,08 кг у воду, виділилося 22,4 л (н.у.) ацетилену. Визначте масову частку домішок у технічному карбіді кальцію.
 35. При спалюванні 1 моль ацетилену виділилося 1300 кДж теплоти. Яка кількість теплоти виділиться при спалюванні ацетилену, одержаного з технічного карбіду кальцію масою 147,13 г, що містить 13% домішок.
 36. Масова частка карбіду кальцію у технічному карбіді кальцію масою 6 г становить 80%. Який об'єм кисню витратили на спалювання одержаного з нього ацетилену?
 37. Який об'єм ацетилену (н.у.) можна одержати взаємодією води з 1 кг технічного кальцій карбіду, масова частка домішок в якому складає 20%? (280 л)
 38. Визначте масову частку домішок у зразку кальцій карбіду, з 200 г якого було одержано 56 л ацетилену (н.у.), а практичний вихід складає 100%. (20%)
 39. При зануренні зразка технічного кальцій карбіду масою 0,08 кг у воду виділилось 22,4 л ацетилену (н.у.). Визначте масову частку домішок у технічному кальцій карбіді цього зразка, якщо масову частку практичного виходу ацетилену вважати рівною 100%. (20%)
 40. З технічного карбіду кальцію масою 20 г утворюється ацетилен об'ємом 4,48 л (н.у.). Визначте масову частку домішок у технічному кальцій карбіді цього зразка, якщо практичний вихід ацетилену дорівнює теоретичному. (36%)

41. Суміш водню та ацетилену об'ємом 56 л пропустили над нагрітим каталізатором. Ацетилен прореагував повністю, а об'єм утвореної суміші становив 44,8 л. Усі виміри зроблено за однакових умов. Розрахуйте об'ємні частки газів у складі суміші після реакції. (12,5% етану, 87,5% водню)
42. У наслідок спалювання вуглеводню кількістю речовини 0,4 моль утворилася вода масою 21,6 г і оксид вуглецю (IV) об'ємом 35,84 л. Визначте формулу сполуки.
43. Суміш водню і ацетилену об'ємом 56 л пропустили над нагрітим каталізатором. Ацетилен прореагував повністю, а об'єм утвореної суміші становив 44,8 л. Визначте об'ємні частки газів у вихідній суміші.
44. Із технічного карбїду кальцію масою 200 г, де вміст домішок дорівнював 20%, одержали ацетилен, який піддали гідратації. Практичний вихід продукту реакції складає 75%. Яка маса етанолу утворилася?
45. Під час спалювання ацетилену кількістю речовини 1 моль виділяється 1350 кДж теплоти. Скільки теплоти виділяється внаслідок спалювання ацетилену об'ємом 448 л (н.у.)?
46. При спалюванні 28 л органічної речовини утворилося 112 л вуглекислого газу (н.у.) і 67,5 г води. Густина пари речовини за воднем дорівнює 27. Встановіть молекулярну формулу вихідної сполуки.
47. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, при спалюванні 2,24 л якого утворюється 4,48 л оксиду вуглецю (IV), а густина сполуки дорівнює 1,1067 г/см³.
48. Щоб спалити 1 моль ацетиленового вуглеводню необхідно 56 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
49. На спалювання 0,5 моль ацетиленового вуглеводню необхідно 44,8 л кисню (н.у.). Встановіть формулу сполуки.
50. Вуглекислий газ, що виділився при спалюванні 0,25 моль ацетиленового вуглеводню (н.у.) вистачило на утворення 100 г карбонату кальцію. Назвіть формулу сполуки.

51. Пара води, яка утворилася при спалюванні 0,1 моль ацетиленового вуглеводню, була поглинена оксидом фосфору (V). При цьому утворилося 26,14 г ортофосфорної кислоти. Встановіть формулу сполуки.
52. До 100 мл суміші ацетилену з азотом додали 300 мл кисню. В результаті реакції горіння об'єм суміші зменшився до 280 мл. Визначте об'ємний склад вихідної газової суміші після приведення її до нормальних умов.
53. При пропусканні суміші етану й ацетилену через склянку з бромною водою маса вмісту склянки збільшилася на 1,3 г, а при повному згоранні такої ж кількості суміші утворюється 14 л оксиду вуглецю (IV) (н.у.). Визначте об'єм вихідної суміші за нормальних умов.

Тема 31. Задачі з теми ароматичні вуглеводні

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості ароматичних вуглеводнів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

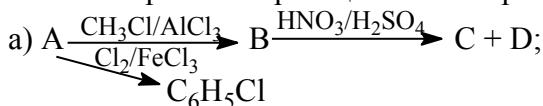
1. Бензен, його склад, хімічна, електронна, просторова будова молекули, фізичні властивості.
2. Хімічні властивості бензену: окиснення, приєднання, заміщення.
3. Гомологи бензену. Взаємний вплив атомів у молекулі (на прикладі толуену). Уявлення про орієнтацію замісників у бензеновому ядрі.
4. Добування, застосування бензену. Поняття про хімічні засоби захисту рослин, їх використання у сільському господарстві на основі вимог щодо охорони природи.

Задачі для самостійного розв'язання

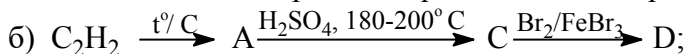
1. Органічна речовина має відносну густину пари за воднем 46. Зразок цієї речовини масою 13,8 г спалили, діставши оксид

карбону (IV) об'ємом 23,52 л (нормальні умови) та воду масою 10,8 г. Визначте формулу органічної речовини, враховуючи, що вона ароматична.

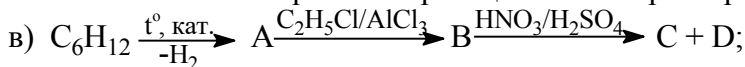
2. Суміш бензену та стирену деякої маси знебарвлює бромну воду масою 500 г з масовою часткою брому 3,2%. При спалюванні суміші такої самої маси виділився карбон(IV) оксид об'ємом 44,8 л (н.у.). Визначити масові частки бензену та стирену в суміші.
3. Ароматичний вуглеводень, який має відносну густину пари речовини за метаном 6,625, спалили, добувши карбон(IV) оксид об'ємом 35,84 л (н.у.) та воду масою 18 г. Визначити молекулярну формулу вуглеводню. Записати структурні формули всіх його ізомерів.
4. Під час бромовання бензену за наявності каталізатора ферум(III) броміду одержали як побічний продукт гідрогенбромід, який пропустили крізь надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому утворився осад масою 7,52 г. Обчисліть масу добутого продукту бромовання бензену та назвіть його.
5. Яку масу динітробензену можна добути з 19,5 г бензену, якщо вихід продукту реакції на кожній стадії становить 80% від теоретично можливого.
6. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



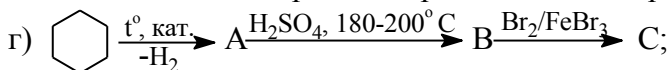
a. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



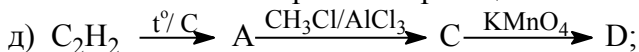
b. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



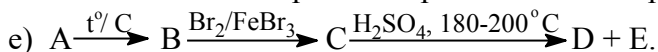
c. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



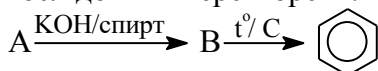
d. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



e. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



7. Яку масу нітробензену можна добути при взаємодії бензену масою 780 г з нітратною кислотою масою 2 кг в присутності сульфатної кислоти, якщо масова частка практичного виходу нітробензену становить 80%.
8. На гідрування 19,5 г бензену було витрачено 18 л водню (н.у.). У результаті реакції утворилося 20 г циклогексану. Визначити масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого.
9. Яку масу нітробензену можна одержати при взаємодії бензену масою 39 г і нітратної кислоти масою 94,5 г, якщо масова частка виходу продукту реакції 80%?
10. Який об'єм метану необхідно взяти для добування 156 г бензену, якщо вихід його становить 50% від теоретично можливого?
11. Яке похідне і якої маси можна одержати з бензену масою 175,5 г, діючи послідовно хлоретаном у присутності алюміній хлориду, а потім бромом у присутності ферум(III) броміду, якщо вихід кінцевого продукту реакції становить 70% від теоретично можливого?
12. Яке похідне і якої маси можна одержати з бензену масою 58,5 г, діючи послідовно нітруючою сумішшю, а потім хлором у присутності ферум(III) хлориду, якщо вихід кінцевого продукту реакції становить 75% від теоретично можливого?
13. Обчислити масу вихідної речовини А, з якої в результаті послідовних перетворень:



одержали бензен масою 106,08 г. Вихід бензену становив 85% від теоретично можливого.

14. Суміш бензену із циклогексеном масою 5 г знебарвлює бромну воду масою 125 г (масова частка бромну 3,2 %). Визначте масу води, що утворюється під час спалювання в кисні такої самої суміші масою 20 г.
15. Який об'єм водню за нормальних умов може приєднати бензен кількістю речовини 0,2 моль?
16. Обчисліть, який об'єм хлору потрібний для добування 450г хлорбензолу із бензолу. Зазначте умови перебігу реакції.
17. Розчин калій гідроксиду з масовою часткою лугу 5% і густиною $1,05 \text{ г/см}^3$ поглинув з утворенням середньої солі карбон (IV) оксид, одержаний спалюванням толуену (толуолу) масою 9,2 г. Чому дорівнював об'єм цього розчину?
18. Якщо спалити толуен (толуол) кількістю речовини 0,04 моль, то утвореного вуглекислого газу вистачить для одержання певної маси кальцій карбонату. Якої саме?
19. Яку масу бромбензолу можна добути із суміші 64г бромну і 15,6г бензолу за наявності каталізатора FeBr_3 ?
20. При спалюванні 1,8 г органічної речовини утворюється 3,136 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 1,44 г води. Молекулярна маса речовини дорівнює 92 г/моль. Знайдіть молекулярну формулу сполуки.
21. При спалюванні ароматичного вуглеводню масою 10,6 г добули карбон (IV) оксид об'ємом 17,92 л (н.у.). Яка молекулярна формула сполуки?
22. Внаслідок спалювання 13,8 г речовини добули карбон (IV) оксид об'ємом 23,52 л (н.у.) та 0,6 моль води. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 46. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
23. Яку назву має циклічний вуглеводень, відносна густина якого за повітрям 2,69? Які фізичні та хімічні властивості він має? Складіть відповідні рівняння реакцій.

24. Знайдіть молекулярну формулу речовини, масові частки Карбону та Гідрогену у якій відповідно становлять 92,3 % та 7,7 %. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 39.
25. Внаслідок спалювання 0,65 г речовини добули 2,2 г карбон (IV) оксиду та 0,45 г води. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 39. Знайдіть молекулярну формулу речовини.
26. При спалюванні ароматичного вуглеводню кількістю речовини 1 моль утворилась вода кількістю речовини у 2,5 рази меншою від кількості речовини кисню, витраченої на спалювання. Визначте формулу сполуки.
27. На спалювання гомолога бензолу кількістю речовини 1 моль витрачається кисню на 2 моль більше, ніж утворюється при цьому вуглекислого газу. Що це за гомолог?
28. На спалювання 0, 2 моль ароматичного вуглеводню витрачається 2,1 моль кисню. Встановіть формулу сполуки.
29. Згорання 1 моль бензолу супроводжується виділенням 3301,2 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння реакції і розрахуйте масу та об'єм парів бензолу (н.у.), необхідних для виділення 825,3 кДж теплоти.
30. Згорання 1 моль бензолу супроводжується виділенням 3301,2 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння реакції і розрахуйте, яка кількість теплоти виділяється при горінні 18 г бензолу.
31. Під час згорання бензену кількістю речовини 1 моль виділяється 3267,7 кДж теплоти. Яку масу бензену треба спалити для одержання 2450,775 кДж теплоти?
32. Під час згорання бензену кількістю речовини 1 моль виділяється 3267,7 кДж теплоти. Яка кількість теплоти може виділитись під час згорання бензену масою 15,6 г?
33. В результаті тримеризації 56 л ацетилену (н.у.) отримали 60г бензолу. Розрахуйте масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого.

34. Визначте масу бензолу, отриманого при пропусканні 210 кг циклогексану над платиновим каталізатором при 350-450⁰С, якщо масова частка виходу бензолу складає 0,85 від теоретично можливого.
35. У результаті каталітичної гідрогенізації бензолу отримано 840 кг циклогексану. Розрахуйте кількість речовини і масу витраченого бензолу, якщо масова частка виходу циклогексану складає 80 % від теоретично можливого.
36. В результаті тримеризації 67,2 л ацетилену (н.у.) отримали 19,5г бензолу. Розрахуйте масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого.
37. Яка маса нітробензену утвориться із бензену масою 46,8 г і нітратної кислоти масою 25,2 г за умови, що масова частка виходу продукту становить 100 %?
38. Яку масу нітробензену можна одержати з бензену масою 3,9 г, якщо масова частка виходу нітробензену становить 92 %?
39. Бромованням бензену масою 31,2 г одержали бромбензен масою 40 г. Розрахуйте масову частку виходу продукту реакції від теоретично можливого.
40. Яка маса бензолу в грамах потрібна для добування 246г нітробензолу, якщо масова частка виходу його становить 92 %?
41. Із толуену (толуолу) масою 18,4 г і нітратної кислоти масою 18,9 г за умови, що вихід продукту від теоретично можливого становить 90%, утворився тринітротолуен (тринітротолуол). Чому дорівнює його кількість речовини?
42. Яку масу тринітротолуену (тринітротолуолу) можна одержати з толуену (толуолу) масою 23 г (вихід продукту від теоретично можливого становить 88%)?
43. Ацетилен, одержаний з технічного карбїду кальцію масою 900 г, в якому масова частка домішок становить 14,7 %, піддали полімеризації. Яка маса утвореного бензену?

44. Тримеризацією ацетилену об'ємом 62,7 л (н.у.) одержали Бензол масою 19,5 г. Яка масова частка виходу продукту від теоретично можливого?
45. Під час згорання бензолу кількістю речовини 1 моль виділяється 3267,7 кДж теплоти. Яка кількість теплоти виділиться при спалюванні бензолу масою 15,6 г?
46. За умови, що практичний вихід продукту реакції становить 100% із бензолу масою 46,8 і нітратної кислоти масою 25,2 г утворюється нітробензол. Яка його маса?
47. Якщо практичний вихід нітробензолу складає 92%, то які його масу можна добути з бензолу масою 3,9 г?
48. У результаті спалювання ароматичного вуглеводню масою 10,6 г одержали оксид вуглецю (IV) об'ємом 17,92 л (н.у.). Виведіть молекулярну формулу ароматичного вуглеводню.
49. Яку кількість водню за нормальних умов може приєднати бензол кількістю речовини 0,2 моль?
50. Яка відносна молекулярна маса толуолу?
51. У результаті спалювання речовини масою 13,8 г одержали вуглекислий газ об'ємом 23,52 л (н.у.) і воду кількістю речовини 0,6 моль. Густина парів сполуки за воднем складає 46. Яка її молекулярна формула?
52. Ацетилен, одержаний з технічного карбїду кальцію масою 900 г, в якому масова частка домішок становила 14,7%, піддали полімеризації. Яка маса утвореного бензолу?
53. Бромованням бензолу масою 31,2 г одержали бромбензол масою 40 г. Яка масова частка виходу бромбензолу від теоретично можливого?

Тема 32. Задачі з теми спирти і феноли

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості спиртів і фенолів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Насичені одноатомні спирти, їх склад, хімічна будова. Електронна будова функціональної групи. Ізомерія, номенклатура насичених одноатомних спиртів; первинні, вторинні, третинні спирти. Електронна природа водневого зв'язку, його вплив на фізичні властивості спиртів.
2. Хімічні властивості спиртів: повне і часткове окиснення, дегідратація, взаємодія з лужними металами, галогеноводнями.
3. Добування та застосування спиртів. Отруйність спиртів, їх згубна дія на організм людини.
4. Етиленгліколь і гліцерол. Їхні фізичні та хімічні властивості.
5. Фенол, його склад, будова. Фізичні властивості фенолу. Хімічні властивості: взаємодія з натрієм, розчином лугу, бромною водою, ферум(Ш) хлоридом, нітрування. Взаємний вплив атомів у молекулі фенолу.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Етанол об'ємом 30 мл (густина 0,79 г/мл) нагріли з надлишком броміду натрію і сульфатної кислоти. З реакційної суміші виділили брометан масою 42,3 г. Обчисліть масову частку виходу брометану.
2. Суміш бензену і фенолу масою 40 г обробили надлишком бромної води. Випав осад, вага якого 33,1г, а рідина розшарувалась. Що в якому шарі знаходиться? Який з них буде знебарвлювати розчин фенолфталеїну? Визначте масові частки фенолу і бензену?

- У результаті взаємодії 20 г суміші етилового спирту і фенолу з надлишком бром утворився осад масою 33,1г. Визначити кількісний склад вихідної суміші.
- Суміш етилового і метилового спиртів масою 5 г спалили і добули при цьому 4,04 л карбон(IV)оксиду (н.у.). Визначити масу спиртів в суміші.
- При взаємодії 19 г суміші метилового спирту і фенолу з бромною водою утворилось 33,1 г осаду. Визначити склад вихідної суміші.
- З одноатомного спирту невідомого складу одержали етиленовий вуглеводень симетричної будови масою 14г, що вступає в реакцію з 40 г бром у. Який це спирт?
- Скільки грамів бутадієну-1,3 можна одержати з 96 г етилового спирту з масовою часткою C_2H_5OH 96%(густина 9,8 г/мл)?
- Напишіть хімічне рівняння нітрування гліцерину. Яка маса три нітрогліцерину утвориться, якщо для нітрування узято 151,5 г концентрованої нітратної кислоти? Вихід продукту нітрування становить 89,3%.
- Чи вистачить 490 мл розчину натрій гідроксиду ($w(NaOH)=30\%$, $\rho=1,328$ г/мл) для повного заміщення Гідрогену гідроксогруп гліцерину масою 225г. відповідь підтвердіть розрахунками.
- Яка маса продукту реакції утворилась внаслідок взаємодії метанолу масою 125 г із 75 мл розчину хлоридної кислоти з масовою часткою гідрогенхлориду 16% і густиною 1,078 г/мл?
- При взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 183,6 г з надлишком металічного натрію утворився водень 20,16 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту.
- Для нейтралізації 48 г суміші етанолу та фенолу витратили 130,62 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою луку 20% і густиною 1,225 г/мл. Розрахувати масову частку фенолу у суміші.

13. Визначте об'єм пропілену, який необхідно витратити на добування 12т пропанолу з масовою часткою C_3H_7OH 97%, якщо масова частка втрат становить 7%.
14. При дії надлишку натрію на суміш фенолу та метанолу виділилось 1,49 л (н.у.) водню. А для повної нейтралізації такої ж за складом і масою суміші витратили 100 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією лугу 1моль/л. Обчисліть масову частку фенолу(%) у вихідній суміші.
15. Яка маса гліцерину вступає в реакцію з 0,56 л розчину нітратної кислоти ($\rho=1,140 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою кислоти 23,31%, якщо при цьому утвориться динітрогліцерин. Скільки грамів динітрогліцерину при цьому утвориться, якщо його практичний вихід становить 90%.
16. Визначити формулу і молекулярну масу оксигеновмісної сполуки, якщо відомо, що при взаємодії 7,4 г цієї речовини з натрієм виділилося 1,12 л водню, а при окисненні цієї речовини купрум(II)оксидом утворюється сполука, що дає реакцію «срібного дзеркала».
17. У результаті дегідратації первинного насиченого спирту утворився газоподібний алкен, об'єм якого виявився у чотири рази меншим, ніж об'єм карбон діоксиду, що утворився при спалюванні такої ж кількості спирту. Одержаний алкен може знебарвити бромну воду, у якій маса розчиненого броду становить максимум 16 г. визначте масу спирту, який дегідрували.
18. Чи вистачить 92 г натрію для повного заміщення Гідрогену гідроксогруп гліцерину, якщо для реакції взято 52,7 мл гліцерину(густина 1,321 г/мл)? Відповідь підтвердити розрахунками.
19. Напишіть реакцію нітрування гліцерину. Скільки грамів кінцевого продукту утвориться, якщо для нітрування узято 72,5 г концентрованої нітратної кислоти? Вихід продукту нітрування 93,5%.

20. Яка маса продукту реакції утворилось внаслідок взаємодії пропанолу із 150 мл хлоридної кислоти з масовою часткою гідрогенхлориду 28,61% і густиною 1,145 г/мл.
21. Для нейтралізації 96 г етанолу та фенолу витратили 261,24 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% і густиною 1,225 г/мл. Розрахувати масову частку фенолу у суміші.
22. При взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 122,4 г з надлишком металічного натрію утворився водень 13,44 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту.
23. Визначте об'єм етилену, який необхідно витратити на добування 25г метилового спирту з масовою часткою C_2H_5OH 95%, якщо масова частка втрат становить 3%.
24. 14 г суміші ароматичного вуглеводню, який є гомологом бензену і фенолу обробили бромною водою, при цьому випало 33,1 г осаду(розчинністю зневажати). Визначити структурну формулу ароматичного вуглеводню, якщо відомо, що його у вихідній суміші знаходилось 0,05 моль.
25. В результаті нітрування 10 г фенолу нітратною кислотою, в якій масова частка розчинної речовини 50%, добули суміш нітросполук масою 17г, в якій масова частка Нітрогену дорівнює 17%. Визначте практичний вихід тринітрофенолу.
26. При кількісній міжмолекулярній дегідратації суміші двох одноатомних спиртів невідомої будови виділилося 10,8 г води і утворилося 36 г суміші трьох органічних сполук, які належать до одного й того ж класу органічних сполук, у рівних молярних співвідношеннях. Яка будова вихідних спиртів?
27. Суміш перших двох членів гомологічного ряду одноатомних спиртів обробили металічним натрієм, при цьому виділилося 8,96 л газу(н.у.), а при взаємодії такої ж кількості суміші спиртів з бромідною кислотою утворилося 78,8 г суміші двох бромалканів. Визначити маси спиртів у вихідній суміші.

28. Скільки літрів етилену (н.у.) утвориться в результаті нагрівання при 1600°C суміші концентрованої сульфатної кислоти (надлишок) і етилового спирту об'ємом 200 мл ($\rho=0,8$ кг/л) з масовою часткою етанолу 96%? Скільки мілілітрів діетилового ефіру ($\rho=0,7$ кг/л) можна одержати із цієї кількості спирту, нагрівши суміш до 120°C ?
29. Визначити молекулярні формули насичених одноатомних спиртів, якщо при взаємодії 2,4 г одного спирту з надлишком металічного натрію виділяється 403,2 мл водню (н.у.), що становить 90% від теоретично можливого, а при взаємодії 17,6 г іншого спирту з металічним натрієм виділяється 2,24 л водню (н.у.) (вихід кількісний).
30. Скільки кілограмів метанолу можна добути синтезом 2 м^3 карбон(II) оксиду (н.у.) і 4 м^3 водню(н.у.), якщо масова частка виходу метанолу становить 82% від теоретично можливого?
31. Після спалювання органічної речовини масою 4,8 г добули 6,6 г CO_2 і 5,42 г H_2O . Відносна густина цієї сполуки за воднем 16. Виведіть формулу речовини.
32. Під час обробки первинного насиченого одноатомного спирту натрієм виділилося 6,72 л газу (н.у.). При дегідратації тієї самої маси спирту утворився алкен масою 33,6 г. Установити формулу спирту.
33. Обчисліть, чи достатньо 44,8 л кисню (н.у.) для спалювання бутанолу масою 37 г. (ні)
34. Розрахуйте, чи вистачить водню, який виділився внаслідок взаємодії натрію з етанолом об'ємом 11,5 мл (густина $0,8\text{ г/см}^3$), для повного гідрування бутину-2 кількістю речовини 0,1 моль. (вистачить)
35. Обчисліть, де більше молекул – в етанолі масою 4,6 г чи в етині об'ємом 4,48 л (н.у.). (в етині об'ємом 4,48 л)
36. На спалювання пропанолу кількістю речовини 0,5 моль чи бутанолу масою 29 г витрачається більший об'єм кисню (н.у.)? (бутанолу масою 29 г)

37. Який об'єм кисню витрачається на спалювання етанолу масою 9,6 г (н.у.)? (13,44 л)
38. Яка маса та який об'єм оксиду карбону (IV) утворюється внаслідок згоряння етанолу масою 40 г з масовою часткою C_2H_5OH 96%? (37,4 л)
39. Етанол масою 20 г нагріли з концентрованою сульфатною кислотою. Який об'єм газу виділився внаслідок реакції? (9,74 л)
40. Який об'єм розчину з масовою часткою етанолу 96% (густина 0,8 г/мл) можна добути з етилену об'ємом 800 м³ (н.у.)? (2139136,7 мл)
41. Який об'єм водню (н.у.) виділиться внаслідок взаємодії гліцерину масою 12,4 г з металічним натрієм? (4,53 л)
42. Обчисліть масу 2,4,6-тринітрофенолу, який утвориться внаслідок взаємодії фенолу з розчином нітратної кислоти об'ємом 300 мл з масовою часткою HNO_3 80% (густина 1,45 г/мл). (421,65 г)
43. До розчину фенолу в бензолі масою 40 г додали надлишок бромної води, внаслідок чого добули бромпохідну сполуку масою 9,93 г. Визначте масову частку фенолу у цьому розчині. (7,05%)
44. Який об'єм водню можна добути внаслідок взаємодії 4,6 г натрію з 62,5 мл етанолу (масова частка 95,5%, густина 0,8 г/см³)? (2,24 л)
45. Знайдіть масу калій феноляту, який утворився при взаємодії фенолу масою 4,7 г з розчином калій гідроксиду масою 120 г з масовою часткою лугу 14%? (6,6 г)
46. Який об'єм водню виділиться в результаті взаємодії за нормальних умов калію масою 7,8 г з етанолом об'ємом 112,5 мл (густина дорівнює 0,8 г/см³, масова частка спирту 95%)? (4,48 л)
47. Яку масу пропілату натрію можна добути в результаті реакції між пропанолом-1 масою 15 г і натрієм масою 9,2 г? (20,5 г)

48. Який об'єм за нормальних умов займає водень, одержаний дією натрію масою 2,3 г на 57,5 см³ абсолютного етилового спирту (густина дорівнює 0,8 г/см³)? (1,12 л)
49. Знайдіть масу натрій феноляту, який утворився при взаємодії фенолу масою 9,4 г з розчином натрій гідроксиду об'ємом 9,94 мл, густина якого дорівнює 1,38 г/см³, а масова частка лугу в ньому становить 35%? (11,6 г)
50. Який об'єм водню можна добути внаслідок взаємодії 6,9 г натрію з 6 г метанолу? (2,1 л)
51. Який продукт і якої маси можна добути внаслідок взаємодії метанолу масою 6,4 г з бромоводнем масою 17 г? (19 г)
52. Обчисліть масу алкоголяту натрію, добутого під час взаємодії металічного натрію масою 4,6 г з безводним (абсолютним) етанолом об'ємом 40 мл (густина 0,79 г/мл). (46,72 г)
53. Який об'єм водню виділиться під час взаємодії натрію масою 2,3 г з фенолом масою 10 г? (1,12 л)
54. Внаслідок взаємодії розчину фенолу масою 47 г з масовою часткою C₆H₅OH 10% з розчином бромю масою 1 кг з масовою часткою бромю 3,2% утворився 2,4,6-трибромфенол. Яка його маса? (16,55 г)
55. Масові частки елементів у молекулі сполуки становлять: 37,5% С; 50% О; 12,5% Н. Виведіть молекулярну формулу сполуки.(СН₄О)
56. Визначте формулу одноатомного спирту, відносна густина за воднем якого дорівнює 30. (С₃Н₇ОН)
57. Органічна речовина з масовою часткою Карбону 64,8%, Гідрогену – 13,5%, Оксигену – 21,6%, має відносну густину пари за повітрям 2,552. Виведіть молекулярну формулу речовини, напишіть формули її ізомерів і назвіть їх. (С₄Н₉ОН)
58. Внаслідок спалювання 4,8 г речовини утворилось 6,6 г карбон (IV) оксиду і 5,42 г води. Відносна густина пари

- речовини за воднем становить 16. Виведіть молекулярну формулу речовини. (CH_4O)
59. При згорянні 4,8 г органічної речовини утворюється 3,36 л карбон (IV) оксиду (н.у.) і 5,4 г води. Відносна густина парів сполуки за метаном дорівнює 2. Виведіть її молекулярну формулу. (CH_4O)
60. Внаслідок спалювання 2,3 г речовини утворилось 4,4 г карбон (IV) оксиду і 2,7 г води. Відносна густина пари речовини за повітрям становить 1,59. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
61. При спалюванні 13,8 г органічної речовини утворилось 26,4 г карбон (IV) оксиду і 16,2 г води. Відносна густина пари речовини за вуглекислим газом дорівнює 1,0455. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
62. При спалюванні 9,2 г органічної речовини утворилось 17,6 г вуглекислого газу і 10,8 г води. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 23. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
63. При спалюванні органічної речовини масою 6 г утворилось 8,8 г вуглекислого газу і 3,6 г води. Відносна густина пари речовини за повітрям дорівнює 1,034. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)
64. Сполука кількістю речовини 0,15 моль згоряє з утворенням карбон (IV) оксиду кількістю речовини 0,75 моль і води масою 16,2 г. Відносна густина пари речовини за повітрям дорівнює 3,034. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$)
65. Внаслідок спалювання 4,8 г речовини утворилось 3,36 л (н.у.) карбон (IV) оксиду і 5,4 мл води. Відносна густина пари речовини за воднем становить 16. Виведіть молекулярну формулу речовини. (CH_4O)
66. При взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 59,2 г з надлишком металічного натрію утворився водень об'ємом 8,96 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту. ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)

67. При взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 40,8 г з надлишком металічного натрію утворився водень об'ємом 4,48 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту. ($C_6H_{13}OH$)
68. Під час взаємодії насиченого одноатомного спирту масою 81,6 г з надлишком металічного натрію утворився водень об'ємом 8,96 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту. ($C_6H_{13}OH$)
69. Алкен, добутий дегідратацією насиченого одноатомного спирту, з хлором утворює дихлорид масою 59,4 г. Під час взаємодії цієї ж кількості спирту з надлишком натрію виділяється водень об'ємом 6,72 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту. (C_2H_5OH)
70. Водню, витісненого натрієм з насиченого одноатомного спирту об'ємом 24 мл і густиною $0,8 \text{ г/см}^3$, вистачило на гідрування етену об'ємом 6,72 л (н.у.). Знайдіть формулу спирту. (CH_3OH)
71. У результаті дегідратації одноатомного насиченого спирту масою 370 г виділилася вода масою 90 г. Знайдіть формулу спирту. (C_4H_9OH)
72. Етиленовий вуглеводень, одержаний внутрішньомолекулярною дегідратацією одноатомного насиченого спирту масою 2,3 г, здатний приєднати 6,4 г бромю. Визначте молекулярну формулу спирту, якщо відомо, що масова частка виходу етиленового вуглеводню становила 80%. (C_2H_5OH)
73. Під дією металічного натрію на насичений одноатомний спирт масою 0,46 г виділився водень об'ємом 112 мл (н.у.). Визначте формулу спирту і назвіть його за систематичною номенклатурою. (C_2H_5OH)
74. Назвіть алкен, з якого добули одноатомний насичений спирт кількістю речовини 1 моль, якщо об'єм добутого спирту дорівнює 57,5 мл, а його густина – $0,8 \text{ г/см}^3$. (етен)
75. Із певної порції одноатомного насиченого спирту нерозгалуженої будови добули алкен масою 14 г, який

здатний приєднати $15,075 \cdot 10^{22}$ молекул бромоводню. Назвіть спирт, здійснивши необхідні обчислення. (бутанол)

76. Внаслідок нагрівання одноатомного насиченого спирту з концентрованою йодоводневою кислотою утворилася сполука з масовою часткою йоду 74,7%. Визначте формулу вихідного спирту. (C_3H_7OH)
77. При взаємодії суміші пропанолу і бутанолу масою 13,4 г з надлишком натрію виділилось 2,24 л водню (н.у.). Визначте масову частку (в %) пропанолу у суміші. (44,8%)
78. Визначте масу етанолу й пропанолу в суміші, якщо відомо, що при дії надлишку натрію на 58 г цієї суміші виділяється 13,44 л газу (н.у.). (46 г етанолу, 12 г пропанолу)
79. Знайдіть масову частку метанолу в суміші його з етанолом, якщо відомо, що при дії надлишку натрію на 22 г цієї суміші виділилось 6,72 л газу (н.у.). (29,1%)
80. Суміш фенолу та стиролу знебарвлює 300 г бромної води з масовою часткою броду 3,2%. Знайдіть масову частку фенолу у вихідній суміші, якщо відомо, що така ж сама маса суміші вступає в реакцію з 3,6 мл розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 10% і густиною $1,11 \text{ г/см}^3$. (60,1%)
81. На нейтралізацію суміші фенолу з етанолом витратили розчин об'ємом 50 мл з масовою часткою натрій гідроксиду 18% і густиною $1,2 \text{ г/см}^3$. така ж маса суміші прореагувала з металічним натрієм масою 9,2 г. Визначте масові частки фенолу та етанолу в суміші. (81% фенолу, 19% етанолу)
82. Під час взаємодії розчину фенолу в абсолютному (безводному) етанолі з металічним натрієм виділився водень об'ємом 672 мл (н.у.). Така сама маса розчину провзаємодіяла з бромною водою, внаслідок чого випав осад масою 6,62 г. Визначте масові частки фенолу й етанолу в розчині. (Фенолу – 50,54%, етанолу – 49,46%)
83. На нейтралізацію розчину фенолу в абсолютному (безводному) етанолі витрачено розчин гідроксиду натрію

масою 60 г з масовою часткою NaOH 10%. Така сама маса розчину прореагувала з металічним натрієм масою 9,2 г. Обчисліть масові частки фенолу й етанолу в розчині. (Фенолу – 80,93%, етанолу – 19,07%)

84. Визначте масу натрій феноляту, добутого з 376 г фенолу, масова частка домішок в якому 15%. (394,4 г)
85. Складіть термохімічне рівняння реакції одержання метанолу із синтез-газу, якщо відомо, що витрачається 2,8 кг карбон (II) оксиду і виділяється 10900 кДж теплоти. Обчисліть масу витраченого синтез-газу. (109 кДж, 3,2 кг)
86. При згорянні 1 моль етанолу виділяється 1410 кДж теплоти. Яка кількість теплоти виділиться при спалюванні етанолу, одержаного бродинням 18 г глюкози? (282 кДж)
87. Обчисліть кількість теплоти та об'єм карбон (IV) оксиду, які утворюються при спалюванні етанолу об'ємом 20 см³ (густина 0,8 г/см³). Тепловий ефект реакції – 1410 кДж. (490,4 кДж, 15,6 л)
88. Метанол масою 96 г згоряє з виділенням 2160,2 кДж теплоти. Чому дорівнює тепловий ефект цієї реакції? (720 кДж)
89. У результаті пропускання етанолу масою 230 г над каталізатором добули етилен масою 112 г. Визначте масову частку практичного виходу етилену. (80%)
90. Масова частка виходу дивінілу складає 75% від теоретично можливого. Визначте масу дивінілу, який можна одержати з 200 л етанолу ($2C_2H_5OH \rightarrow CH_2=CH-CH=CH_2 + 2H_2O + H_2$), якщо масова частка спирту дорівнює 96%, а густина – 0,8 г/см³. (67,6 кг)
91. Яка маса етанолу необхідна для одержання етену об'ємом 100,8 л (н.у.) за умови, що масова частка виходу етену від теоретично можливого становить 90%? (230 г)
92. В лабораторії з хлоретану масою 129 г добули етанол масою 87,4 г. Чому дорівнює масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого? (95%)

93. Етанол масою 34,5 г пропустили над нагрітим каталізатором (алюміній оксидом) і добули етилен об'ємом 15,12 л (н.у.). Чому дорівнює об'ємна частка виходу етилену від теоретично можливого? (90%)
94. Яку масу метанолу можна добути із карбон (II) оксиду об'ємом 1120 л (н.у.) за умови, що масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого становить 90%? (1440 г)
95. Яку масу фенолу можна добути з бензену (бензолу) масою 8,58 кг, якщо виробничі втрати становлять 10%? (9,306 кг)
96. Водний розчин етандіолу-1,2 (етиленгліколю) з масовою часткою розчиненої речовини 50% використовується для охолодження автомобільних двигунів. Визначте масу етиленгліколю, добутого з етену об'ємом 224 л (н.у.), якщо масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого становить 92%? (570,4 г)
97. З метанолу масою 6,4 г добули диметилловий естер (ефір) масою 4 г. Чому дорівнює масова частка виходу продукту від теоретично можливого? (87%)
98. Метанол добувають взаємодією оксид карбону (II) з воднем. Для реакції використали водень об'ємом 500 м³ та оксид карбону (II) об'ємом 200 м³ (н.у.), внаслідок чого одержали метанол масою 204 кг. Обчисліть масову частку виходу метанолу у відсотках від теоретично можливого. (71,33%)
99. Внаслідок взаємодії етанолу масою 13,8 г з надлишком бромоводню добуто етилбромід масою 30 г. Обчисліть масову частку виходу етилброміду у відсотках від теоретично можливого. (91,74%)
100. Внаслідок взаємодії оксиду карбону (II) об'ємом 14 л (н.у.) і водню об'ємом 42 л добуто метанол масою 16,4 г. Обчисліть масову частку виходу метанолу у відсотках від теоретично можливого. (82%)
101. Який об'єм етанолу (густина 0,8 г/мл) потрібно взяти, щоб добути етилен об'ємом 15 л (н.у.)? (64,17 мл)

102. Яку масу етанолу можна добути з бромистого етилу масою 21,8 г, якщо масова частка виходу спирту становить 95% від теоретично можливого? (8,73 г)
103. У лабораторії з хлористого етилу масою 25,8 г добули етанол масою 17 г. Обчисліть масову частку виходу етанолу у відсотках від теоретично можливого. (92,39%)
104. Внаслідок нітрування гліцерину масою 27,6 г добуто тринітрат гліцерину масою 60 г. Обчисліть масову частку виходу тринітрат гліцерину у відсотках від теоретично можливого. (88,1%)
105. Який об'єм води треба взяти, щоб з 20 л етандіолу-1,2 (густина = $1,11 \text{ г/см}^3$) приготувати водний розчин з масовою часткою етандіолу-1,2 50%? (22,2 л)
106. Дією натрію на 150 г розчину пропанолу в бензені (бензолі) добули водень об'ємом 6,72 мл (н.у.). Скільки становила масова частка пропанолу в розчині? (24%)
107. Розчин глюкози масою 300 г з масовою часткою розчиненої речовини 30% піддали спиртовому бродінню. Чому дорівнювала масова частка спирту в розчині після закінчення реакції за умови, що вихід спирту від теоретично можливого становить 100%? (18%)
108. У 44 мл води розчинили пропанол, добутий з хлорпропану масою 9,8125 г, що містив 20% домішок. Скільки становить масова частка розчиненої речовини в розчині? (12%)

Тема 33. Задачі з теми альдегіди і кетони

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості альдегідів і кетонів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Склад, хімічна й електронна будова альдегідів і кетонів. Карбонільна група, її особливості. Ізомерія, номенклатура альдегідів і кетонів. Фізичні властивості.
2. Хімічні властивості альдегідів і кетонів. Реакції приєднання за карбон-оксигеновим зв'язком. Поліконденсація формальдегіду з фенолом.
3. Добування альдегідів і кетонів.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Установіть молекулярну формулу речовини до складу якої входить 52% Карбону, 13% Гідрогену та 35% Оксигену, а відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 23.
2. Установіть молекулярну формулу речовини до складу якої входить 39,98% Карбону, 6,6% Гідрогену та 53,2% Оксигену, а відносна густина пари цієї речовини за метаном дорівнює 7,5.
3. Установіть молекулярну формулу речовини до складу якої входить 60% Карбону, 13% Гідрогену та 27% Оксигену, а відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 2,07.
4. Установіть молекулярну формулу речовини, якщо дані кількісного аналізу показали, що речовина містить 39,98% Карбону, 6,6% Гідрогену та 53,2% Оксигену, а відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 15.
5. Установити молекулярну формулу речовини за масовою часткою Карбону 0,65, Гідрогену 0,14, Оксигену 0,21. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям 2,555.

6. Кількісний аналіз показав, що речовина містить Карбон 39,98%, Гідроген 6,6%, Оксиген 53,2%. Відносна густина пари цієї речовини за вуглекислим газом дорівнює 1,365. Виведіть молекулярну формулу речовини.
7. Є суміш метилацетату та етилацетату масою 113 г. Масова частка метилацетату в суміші становить 35,9%. Який об'єм розчину з масовою часткою атрій гідроксиду 40% і густиною 1,4мг/л необхідний для повного лужного гідролізу суміші ефірів?
8. Ацетилен об'ємом 280 мл (н.у.) був використаний для одержання ацетальдегіду, вихід якого становив 80%. Яка маса металу може бути одержана при добавлянні всього одержаного альдегіду до надлишку аміачного розчину оксиду срібла?
9. Мурашину кислоту можна одержати синтезом з карбон(II) оксиду і води. Обчисліть масу розчину мурашиної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 95%, яку можна добути з 100 м³ карбон(II) оксиду (н.у.), якщо виробничі втрати становили 10,4%.
10. Для добування 1 т 99%-ної оцтової кислоти було витрачено 1,5 т еталового спирту з масовою часткою розчиненої речовини 87%. Визначити масову частку виходу кислоти від теоретично можливого.
11. Внаслідок окиснення 200 г водного розчину мурашиної кислоти аміачним розчином аргентум(I) оксиду утворився осад масою 4,32 г. Обчислити масову частку кислоти у вихідному розчині.
12. Яка маса срібла виділиться при окисненні 88 г оцтового альдегіду необхідною кількістю аміачного розчину аргентум(I) оксиду, якщо практичний вихід продуктів реакції становить 80% від теоретично можливого?
13. Сполука А – рідина з приємним запахом, при гідролізі А утворюються дві сполуки з однаковою кількістю атомів Карбону. Одна із сполук – В – окиснюється купрум(II)

- оксидом у речовину С, яка використовується для збереження біологічних препаратів. Наведіть формули речовин А, В, С, напишіть рівняння відповідних реакцій.
- У 250 г води розчинили метаналь, який добули при окисненні 13 г метанолу. Яка масова частка метаналу в розчині?
 - Внаслідок окиснення 400 г водного розчину метанової кислоти аміачним розчином аргентум(I) оксиду утворився осад масою 8,64 г. Обчисліть масову частку кислоти у вихідному розчині.
 - Яку масу пропоналю можна одержати з 45 г відповідного спирту, якщо вихід продукту реакції становить 80% від теоретично можливого?
 - Речовина має такий склад: масова частка Карбону 62%, Оксигену – 27,6%, Гідрогену – 10,4%. Вона легко взаємодіє з купрум(II) оксидом з утворенням кислоти. Виведіть структурні формулу цієї речовини.
 - Визначити об'єм розчину етаналу ($\rho=1 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою альдегіду 30%, який окиснюється купрум(II) оксидом, якщо при цьому утворюється 40,8 г купрум(I) оксиду.
 - Який об'єм розчину оцтового альдегіду з масовою часткою розчиненої речовини 10% ($\rho= 1,01 \text{ г/см}^3$) окиснюється купрум(II) гідроксидом, якщо при цьому утворюється 14,4 г купрум(I) оксиду?
 - При згорянні 2,68 г речовини утворилося 3,105 л карбон(IV) оксиду (н.у.) і 2,495 г води. Відносна густина пари цієї речовини за воднем 29. Знайдіть молекулярну і структурні формули цієї речовини.
 - Мурашину кислоту можна одержати синтезом з карбон(II) оксиду і води. Обчисліть масу розчину мурашиної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 95%, яку можна добути з 100 м³ карбон(II) оксиду (н.у.), якщо виробничі втрати становили 10,4%.

22. У реакції «срібного дзеркала» утворилося срібло масою 43,2 г. Чому дорівнює об'єм формаліну з масовою часткою метанолу 36% і густиною $1,1 \text{ г/см}^3$, що прореагував при цьому?
23. Укажіть, де більше молекул – у метанолі об'ємом 8,96 л (н.у.) чи в етанолі масою 17,6 г? (в обох випадках кількість молекул однакова)
24. Яка маса срібла виділяється внаслідок окиснення оцтового альдегіду масою 22 г потрібною кількістю аміачного розчину оксиду аргентуму? (108 г)
25. На відновлення якої кількості пропанолу вистачить водню, що виділився внаслідок взаємодії цинку масою 7,15 г з хлоридною кислотою, маса хлороводню в якій дорівнювала 7,3 г? (0,1 моль)
26. Знайдіть формулу сполуки, масова частка Карбону в якій становить 54,5%, Гідрогену – 9,1%, Оксигену – 36,4%. ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)
27. Відносна густина за воднем речовини з масовими частками Карбону – 54,55%, Гідрогену – 9,09%, Оксигену – 36,36% дорівнює 22. Вона легко окиснює оксид аргентуму і перетворюється при цьому на органічну кислоту. Напишіть структурну формулу невідомої речовини. ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)
28. При спалюванні 1,12 л органічної речовини утворилось 3,36 л вуглекислого газу (н.у.) і 2,7 г води. Відносна густина пари речовини за гелієм дорівнює 14,5. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)
29. Внаслідок спалювання 3 г речовини утворилось 4,4 г карбон (IV) оксиду і 1,8 г води. За нормальних умов 1,34 г речовини займають об'єм 1 л. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)
30. У результаті спалювання речовини масою 6 г утворилися 8,8 г карбон (IV) оксиду і 3,6 г води. Відносна густина сполуки за воднем дорівнює 15. Виведіть молекулярну формулу речовини. ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)

31. Внаслідок згоряння органічної речовини масою 2,68 г утворились карбон (IV) оксид об'ємом 3,105 л (н.у.) та вода масою 2,495 г. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 29. Напишіть структурну формулу цієї речовини, якщо відомо, що вона дає реакцію «срібного дзеркала».(C_3H_6O)
32. При дії амоніачного розчину аргентум (I) оксиду на 2,2 г насиченого альдегіду виділилось 10,8 г срібла. Знайдіть формулу альдегіду.
33. Суміш спирту й альдегіду масою 8,4 г, в якій масова частка альдегіду складає 82,9%, прореагувала з аргентум (I) оксидом масою 27,84 г. визначити формули спирту й альдегіду, якщо вони містять однакову кількість атомів Карбону, а їх радикали мають лише сигма-зв'язки. (C_2H_5COH ; C_3H_7OH)
34. Розчин масою 4 г з масовою часткою альдегіду 22% прореагував без залишку з амоніачним (аміачним) розчином аргентум (I) оксиду, і при цьому виділилося срібло масою 4,32 г. За допомогою відповідних розрахунків установіть, який альдегід був у розчині? (етаналь)
35. Окиснюючи купрум (II) оксидом одноатомний насичений спирт масою 15 г, одержали альдегід і мідь масою 16 г. Як називається альдегід, що утворився? (пропаналь)
36. Спалюючи альдегід масою 51,6 г, одержали карбон (IV) оксид об'ємом 13,44 л (н.у.). яка формула даного альдегіду? ($C_5H_{10}O$)
37. До водного розчину масою 4 г з масовою часткою альдегіду 22% додали надлишок аміачного розчину оксиду аргентуму. Внаслідок взаємодії утворився осад масою 4,32 г. Визначте формулу вихідного альдегіду. (C_2H_4O)
38. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких з кальцій карбонату можна одержати етаналь. Визначте масу етаналю, одержаного з кальцій карбонату масою 250 кг (вміст домішок становить 20%). (88 кг)

39. Яку масу карбїду кальцію з масовою часткою домішок 20% треба взяти, щоб добути ацетальдегід масою 80 кг? (145,45 г)
40. З технічного карбїду кальцію масою 200 г, де вміст домішок дорівнював 20% піддали гідратації. Яка маса утвореного оцтового альдегіду, якщо масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого дорівнює 75%? (82,5 г)
41. Яку масу етанолу можна добути з етанолу кількістю речовини 0,8 моль, якщо масова частка виходу етанолу від теоретично можливого становить 90%? (31,68 г)
42. Окисненням метану масою 1,6 т одержали метаналь масою 2,1 т. Чому дорівнює масова частка виходу метанолу від теоретично можливого? (70%)
43. Яку масу ацетальдегіду можна добути з ацетилену об'ємом 89,6 л (н.у.), якщо масова частка виходу альдегіду становить 90% від теоретично можливого? (158,4 г)
44. Яку масу спирту треба окиснити, щоб добути ацетальдегід масою 147,4 г, якщо масова частка виходу його становить 85% від теоретично можливого? (181,29 г)
45. Яку масу ацетальдегіду можна добути з ацетилену об'ємом 500 м³ з масовою часткою виходу альдегіду 90% від теоретично можливого? (883,93 кг)
46. Внаслідок окиснення метанолу об'ємом 20 мл (густина 0,8 г/мл) добуто розчин масою 110 г з масовою часткою формальдегіду 3%. Чому дорівнює масова частка виходу формальдегіду у відсотках від теоретично можливого? (22%)
47. Розчин етанолу масою 20 г окиснили купрум (II) гідроксидом і при цьому одержали речовину цегляно-червоного кольору масою 2,88 г. Чому дорівнювала масова частка етанолу в розчині? (4,4%)
48. Продукт окиснення 11 г етанолу розчинили у 35 мл води. Визначте масову частку речовини в розчині. (30%)
49. Метаналь, одержаний окисненням метанолу кількістю речовини 4 моль, розчинили в 480 мл води. Визначте масову частку метанолу в розчині. (20%)

50. Чому дорівнює кількість речовини метанолу у формаліні об'ємом 200 мл (густина дорівнює $1,06 \text{ г/см}^3$, масова частка метанолу 30%)? (2,12 моль)
51. Метаналь, добутий окисненням метанолу кількістю речовини 2 моль (об'ємна частка виходу продукту реакції дорівнювала 80%), розчинили у воді об'ємом 152 мл. Чому дорівнює масова частка метанолу в утвореному розчині? (24%)
52. Окиснили 3 моль метанолу. Метаналь, що утворився, розчинили у воді об'ємом 200мл. Обчисліть масову частку метанолу у відсотках у добутому розчині. (31%)
53. Розчин ацетальдегіду з масовою часткою CH_3CHO 30% окиснюється гідроксидом купруму (II). Внаслідок реакції виділяється оксид купруму (I) масою 20,4 г. Чому дорівнює маса взятого розчину ацетальдегіду? (20,78 г)

Тема 34. Задачі з теми карбонові кислоти

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості карбонових кислот. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Насичені одноосновні карбонові кислоти, їх склад, хімічна й електронна будова. Карбоксильна група, її особливості. Фізичні властивості кислот. Номенклатура.
2. Хімічні властивості: електролітична дисоціація, взаємодія з металами, лугами, солями спиртами. Залежність сили карбонових кислот їхнього від складу і будови. Взаємний вплив карбоксильної групи і вуглеводневої групи.
3. Поняття про багатоманітність карбонових кислот (вищі, ненасичені, двоосновні, ароматичні). Застосування і добування карбонових кислот.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Одноосновна карбонова кислота має такий склад: вуглець (масова частка 40,0%), кисень (53,3%), водень (6,7%). Визначте формулу цієї кислоти. Обчисліть об'єм розчину гідроксиду натрію (масова частка NaOH 15%, густина 1,16 г/мл), який потрібний для нейтралізації зразка цієї кислоти масою 12 г.
2. Яку масу оцтової кислоти можна добути з 150 кг кальцій ацетату, який містить 20 кг домішок?
3. При нагріванні 23 г мурашиної кислоти з надлишком насиченого одноатомного спирту А у присутності каталітичної кількості концентрованої сульфатної кислоти, одержали сполуку Б з виходом 80% від теоретично можливого. Яку будову мають сполуки А і Б, якщо при спалюванні сполуки Б може утворитися 26,88 л CO₂.

4. Для нейтралізації 4,8 г одноосновної карбонової кислоти необхідно 16,95 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою КОН 22,44% ($\rho=1,18 \text{ г/см}^3$). Визначити формулу кислоти.
5. Який об'єм ацетилену з об'ємною часткою домішок 5% необхідний для добування 150 г оцтової кислоти з масовою часткою CH_3COOH 25%?
6. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 20% ($\rho=0,9 \text{ г/см}^3$) буде витрачено на нейтралізацію 60 г розчину оцтової кислоти з масовою часткою CH_3COOH 15%?
7. На нейтралізацію одноосновної органічної кислоти масою 1,2 г затрачено 20 мл 1 М розчину лугу. Яка це кислота?
8. Оцтовий альдегід, одержаний з 11,2 л ацетилену (н.у.), окиснений у кислоту, яка вступила в реакцію естерифікації з надлишком етанолу. Скільки грамів естеру утворилося, якщо вихід його складає 80%?
9. Яка маса кальцій ацетату утвориться при взаємодії оцтової кислоти масою 0,06 кг з кальцій карбонатом кількістю речовини 0,4 моль, якщо практичний вихід кальцій ацетату складає 90% від теоретично можливого?
10. Запишіть рівняння реакцій одержання оцтової кислоти з етанолу. Визначте, яку масу кислоти можна одержати, якщо для реакції було взято етанол масою 34,5 г, а вихід кінцевого продукту реакції становив 92% від теоретично можливого.
11. Запишіть рівняння реакції одержання метилового естеру пропіонової кислоти. Визначте, яку масу естеру можна одержати, якщо для реакції було взято 51,8 г відповідної кислоти та 24 г спирту. Вихід кінцевого продукту реакції вважати кількісним.
12. Запишіть рівняння реакцій одержання пропіонату кальцію. Визначте, яку масу солі можна одержати, якщо для реакції було взято 18,5 г відповідної кислоти, а вихід кінцевого продукту реакції становив 95% від теоретично можливого.

13. Мурашину кислоту можна одержати синтезом з карбон(II) оксиду і води. Обчисліть масу розчину мурашиної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 95%, яку можна добути з 100 м³ карбон(II) оксиду (н.у.), якщо виробничі втрати становили 10,4%.
14. Для добування 1 т 99%-ної оцтової кислоти було витрачено 1,5 т еталового спирту з масовою часткою розчиненої речовини 87%. Визначити масову частку виходу кислоти від теоретично можливого.
15. Мило є сіллю слабкої кислоти і сильної основи. Синтетичний мийний засіб – сіль сильної кислоти і сильної основи. Яке значення має ця обставина для прання?
16. Порівняйте хімічні властивості спиртів, альдегідів, кетонів і карбонових кислот. У чому полягає взаємний вплив атомів у карбонільній групі?
17. Яка речовина більшою мірою виявляє кислотні властивості: бензойна чи *орто*-нітробензойна? Відповідь обґрунтуйте.
18. Саліцилова кислота – це *орто*-гідроксибензойна кислота. Запишіть рівняння реакції цієї сполуки з натрій гідроксидом.
19. Запропонуйте спосіб добування бензойної кислоти виходячи з природного газу.
20. Використовуючи любі неорганічні речовини і каталізатори, запропонуйте схему одержання етилформіату з метану.
21. При нагріванні мурашиної кислоти масою 23 г з надлишком спирту одержали сполуку А з виходом 80% з розрахунку на вихідну кислоту. При спалюванні речовини А в надлишку кисню утворився вуглекислий газ об'ємом 17,92 л (н.у.). Установіть структурну формулу речовини А і визначте її масу.
22. Для добування 1 т 99%-ної оцтової кислоти було витрачено 1,5 т еталового спирту з масовою часткою розчиненої речовини 87%. Визначити масову частку виходу кислоти від теоретично можливого.

23. Внаслідок окиснення 200 г водного розчину мурашиної кислоти аміачним розчином аргентум(I) оксиду утворився осад масою 4,32 г. Обчислити масову частку кислоти у вихідному розчині.
24. Розрахуйте максимальний об'єм метану, який можна добути з ацетату натрію ($\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} = \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$) масою 4,1 г. (1,12 л)
25. У промисловості одним із способів одержання карбонових кислот є пряме окиснення вуглеводнів нафти. Обчисліть, який об'єм *n*-бутану потрібно окиснити для одержання розчину бутанової кислоти об'ємом 50 м³ з масовою часткою кислоти 80% і густиною 0,75 кг/м³. (7,53 м³)
26. Обчисліть маси магнію та розчину ацетатної кислоти з масовою часткою CH_3COOH 10%, потрібні для добування водню об'ємом 1,4 л (н.у.). (магнію – 1,5 г, розчину кислоти – 75 г)
27. Через 3 л 3М розчину оцтової кислоти пропущено 44,8 л амоніаку (н.у.). розрахуйте, яка маса кальцій карбонату може прореагувати з розчином кислоти після пропускання через нього амоніаку. (35 г)
28. Яка речовина буде у залишку після взаємодії розчину етанової (оцтової) кислоти масою 15 г (масова частка розчиненої речовини 6%) з магній оксидом масою 0,6 г)? (магній оксид)
29. Цинк масою 6,5 г повністю прореагував з етановою (оцтовою) кислотою й одержаний водень використали на гідрування ацетилену об'ємом 0,896 л (н.у.). Назвіть продукт гідрування та обчисліть його об'єм. (етан – 0,896 л)
30. Який об'єм карбон (IV) оксиду виділиться внаслідок взаємодії розчину ацетатної кислоти масою 120 г з масовою часткою CH_3COOH 25% та вапняку масою 75 г з масовою часткою домішок 12%? (5,6 л)

31. Яку масу стеарату калію можна добути внаслідок взаємодії стеаринової кислоти масою 28,4 г та розчину гідроксиду калію масою 80 г з масовою часткою КОН 10%? (32,2 г)
32. Масові частки елементів у молекулі одноосновної карбонової кислоти становлять: 26,1% С; 4,35% Н; 69,55% О. Яка назва цієї кислоти? (метанова)
33. Визначте молекулярну формулу одноосновної карбонової кислоти, відносна густина пари якої за воднем становить 44. (C_3H_7COOH)
34. Масові частки елементів у молекулі одноосновної карбонової кислоти становлять: 0,261 Карбону; 0,0435 Гідрогену; 0,6955 Оксигену. Відносна густина пари кислоти за повітрям дорівнює 1,5862. Виведіть молекулярну формулу карбонової кислоти. ($HCOOH$)
35. При спалюванні 13,44 л органічної речовини утворилось 26,88 л вуглекислого газу (н.у.) і 21,6 г води. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 30. Встановіть молекулярну формулу речовини. ($C_2H_4O_2$)
36. Виведіть молекулярну формулу сполуки, при спалюванні 12 г якої утворюється 0,4 моль вуглекислого газу і 7,2 г води. Відносна густина пари цієї сполуки за киснем дорівнює 1,875. ($C_2H_4O_2$)
37. Внаслідок згоряння органічної речовини масою 2,16 г утворилися Карбон (IV) оксид масою 3,96 г і вода масою 1,08 г. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям становить 2,483. Виведіть молекулярну формулу і назвіть цю речовину за систематичною номенклатурою. ($C_2H_4O_2$)
38. На нейтралізацію одноосновної карбонової кислоти масою 5,92 г витратили розчин натрій гідроксиду масою 8 г з масовою часткою луку 40%. Визначте молекулярну формулу кислоти. ($C_3H_6O_2$)
39. Визначити склад і будову насиченої одноосновної карбонової кислоти, якщо на нейтралізацію 7,04 г цієї кислоти необхідно витратити 16,95 мл розчину калій

- гідроксиду, густина якого $1,18 \text{ г/см}^3$, а масова частка лугу в ньому 22,4%. ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$)
40. У результаті окиснення альдегіду масою 5,8 г утворилася кислота, на нейтралізацію якої витрачено натрій гідроксид об'ємом 18,2 мл з масовою часткою лугу 20% і густиною $1,1 \text{ г/см}^3$. Визначте, який альдегід був окиснений, якщо практичний вихід кислоти дорівнював теоретичному. (пропаналь)
41. Насичена одноосновна карбонова кислота масою 7,7 г повністю нейтралізується розчином калій гідроксиду об'ємом 20,5 мл з масовою часткою лугу 22,4% і густиною $1,22 \text{ г/см}^3$. Яка формула цієї кислоти? ($\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$)
42. Магній масою 0,6 г взаємодіє без залишку з 2,3 г насиченої одноосновної карбонової кислоти. Яка формула цієї кислоти? (HCOOH)
43. На нейтралізацію суміші оцтової кислоти та фенолу витратили 95,2 мл розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 6,4% і густиною $1,05 \text{ г/см}^3$. При дії на таку ж кількість суміші надлишком бромної води утворюється 19,86 г осаду. Знайдіть масову частку фенолу в суміші. (48,45%)
44. Суміш етанової кислоти і фенолу масою 24,8 г нейтралізували натрій гідроксидом. Через утворені продукти пропустили вуглекислий газ. Об'єм поглинутого вуглекислого газу становив 4,48 л (н.у.). обчисліть масовий склад вихідної суміші. (8 г кислоти, 18,8 фенолу)
45. На нейтралізацію суміші оцтової кислоти з фенолом витратили 117,6 мл розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 10,2% і густиною $1,1 \text{ г/см}^3$. знайдіть масову частку оцтової кислоти у вихідній суміші. (21,72%)
46. Суміш одноосновних карбонових кислот масою 26,8 г розчинили у воді і половину розчину обробили амоніачним розчином аргентум (I) оксиду. При цьому виділилось 21,6 г срібла. На нейтралізацію всієї суміші кислот потрібно 0,4

- моль натрій гідроксиду. Визначте, які кислоти і в якій кількості були взяті. (0,2 моль мурашиної, 0,2 моль масляної)
47. На нейтралізацію розчину, який містить етанову (оцтову) і хлоридну (соляну) кислоти загальною масою 45,9 г, витратили розчин натрій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою лугу 20%. Чому дорівнювала масова частка етанової кислоти у розчині? (52,3%)
48. Унаслідок взаємодії розчину загальною масою 67,6 г, що містив сульфатну (сірчану) та етанову (оцтову) кислоти, з надлишком кальцій карбонату виділився вуглекислий газ, якого вистачило для одержання натрій карбонату масою 63,6 г. Чому дорівнювали маси кислот у розчині? (48 г CH_3COOH і 19,6 г H_2SO_4)
49. Чому дорівнює маса безводної оцтової кислоти, одержаної з 100 г технічного кальцій карбїду, масова частка домішок в якому становить 4%? (90 г)
50. Натрій стеарат використовують як поверхнево-активну речовину. Скільки грамів його можна добути з 100 г стеаринової кислоти з масовою часткою домішок 20% і достатньої кількості лугу? (86,2 г)
51. Визначте масу оцтової кислоти, яку отримали окисненням 1200 г етанолу, якщо масова частка виходу продукту реакції складає 90% від теоретично можливого. (1,499 кг)
52. Визначте масу метанової кислоти, необхідної для одержання етилметаноату (етилового ефіру метанової кислоти) масою 37 г за умови, що масова частка виходу продукту реакції складає 80% від теоретично можливого. (28,75 г)
53. Унаслідок взаємодії метанолу масою 4,8 г з етановою (оцтовою) кислотою масою 6 г добули естер (складний ефір) кількістю речовини 0,08 моль. Чому дорівнює масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого? (80%)
54. Об'ємна частка метану у природном у газі становить 96%. Яку масу форміатної кислоти можна добути каталітичним

- окисненням природного газу об'ємом 420 л (н.у.) з масовою часткою виходу HCOOH 70%? (579,6 г)
55. Ацетатну кислоту добувають каталітичним окисненням бутану. Які об'єми бутану та кисню потрібні для виробництва таким способом ацетатної кислоти масою 2 т, якщо масова частка виходу її становить 80 % від теоретично можливого? (466,67 м³)
 56. Стеарат калію – основний компонент рідкого мила. Обчисліть маси гідроксиду калію і стеаринової кислоти, які потрібно взяти для добування стеарату калію масою 805 кг, якщо масова частка виробничих втрат становить 20%. (KOH – 175 кг, кислоти – 887,5 кг)
 57. на виробництво туалетного мила масою 1 т з масовою часткою стеарату натрію 60% витрачається стеаринова кислота масою 748 кг і розчин їдкого натру масою 124 кг з масовою часткою NaOH 92%. Чому дорівнює масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого? (74,4%)
 58. Як можна здійснити такі перетворення: $\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$? Яка маса кам'яного вугілля з масовою часткою карбону 90% витрачається на добування ацетатної кислоти масою 2 т, якщо масова частка виходу її становить 90 % від теоретично можливого? (987,65кг)
 59. Скільки грамів розчину з масовою часткою кислоти 10% необхідно долити до 40 г розчину з масовою часткою цієї ж кислоти 90%, щоб приготувати розчин з масовою часткою кислоти 30%? (120 г)
 60. Скільки грамів розчину з масовою часткою оцтової кислоти 30% слід додати до 200 г розчину з масовою часткою кислоти 90%, щоб отримати розчин з масовою часткою цієї ж кислоти 50%? (400 г)
 61. Визначте маси розчинів з масовою часткою оцтової кислоти 10% та 90%, необхідні для приготування 160 г розчину з масовою часткою кислоти 30%. (120 г і 40 г)

62. Окисненням альдегіду добули 40 г розчину етанової (оцтової) кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 25%. Визначте масу альдегіду, що окиснився. (7,33 г) (C_3H_7COOH)
63. На нейтралізацію 300 г розчину етанової (оцтової) кислоти витратили 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 8,4%. Чому дорівнювала масова частка кислоти у розчині? (6%)
64. Визначте масу розчину кальцій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 0,37%, що може повністю нейтралізувати етанову (оцтову) кислоту, добуту з етанолу масою 2,2 г. (500 г)
65. Чому дорівнюють маси розчинів етанової (оцтової) кислоти з масовими частками CH_3COOH 70% і 40%, які необхідні для приготування 150 г розчину з масовою часткою 50%? (50 г і 100 г)
66. Які маси води і ацетатної кислоти з масовою часткою CH_3COOH 80% потрібно взяти для приготування розчину масою 800 г з масовою часткою кислоти 55%? (вода – 311,11 г, есенція – 488,89 г)

Тема 35. Задачі з теми есрети

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості складних ефірів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Реакція естерифікації. Склад, хімічна будова естерів. Гідроліз естерів. Застосування естерів.
2. Жири, їх склад, хімічна будова. Гідроліз, гідрування жирів. Біологічна роль жирів.
3. Мило, його мийна дія. Відомості про синтетичні мийні засоби, їх значення. Захист природи від забруднення синтетичними мийними засобами

Задачі для самостійного розв'язання

1. Відносна густина пари естеру за гелієм дорівнює 22. При спалюванні всієї одержаної в результаті гідролізу естеру кислоти утворюється в 3 рази більше вуглекислого газу, ніж при спалюванні спирту, одержаного в результаті цієї ж реакції. Встановіть структурну формулу естеру.
2. Яку масу метилового естеру оцтової кислоти можна добути при взаємодії 90 г оцтової кислоти з етанолом у присутності сульфатної кислоти, якщо практичний вихід естеру становить 75%?
3. Яка маса оцтової кислоти необхідна для добування 70,4 г етилового естеру оцтової кислоти, якщо практичний вихід естеру становить 80%?
4. Яку масу етилового естеру оцтової кислоти можна одержати при взаємодії оцтової кислоти масою 120 г та етилового спирту масою 69 г, якщо практичний вихід естеру складає 95%?
5. Яку масу гліцерину можна одержати гідролізом природного жиру тристеарату масою 17,8 кг, який містить 3% домішок?

6. Для повного гідролізу суміші естерів загальною масою 14,38 г використали 160 г розчину, в якому масова частка калій гідроксиду 7%. У результаті додавання до такої самої маси суміші надлишку аміачного розчину аргентум(I) оксиду виділився осад масою 6,48 г. Визначити будову естерів та їх масові частки у вихідній суміші.
7. Зразок суміші етилацетату і етилформиату загальною масою 12,5 г обробили при нагріванні розчином лугу об'ємом 32,8 мл, в якому масова частка натрій гідроксиду 20% ($\rho=1,22$ г/мл). Надлишок основи після закінчення реакції може прореагувати при нагріванні з розчином амоній хлориду об'ємом 25 мл, концентрація якого 2 моль/л. Обчисліть масові частки естерів у вихідній суміші і об'єм газу (н.у.), що може виділитися під час дії розчину солі амонію.
8. При нагріванні 23 г мурашиної кислоти з надлишком насиченого одноатомного спирту А у присутності каталітичної кількості концентрованої сульфатної кислоти, одержали сполуку Б з виходом 80% від теоретично можливого. Яку будову мають сполуки А і Б, якщо при спалюванні сполуки Б може утворитися 26,88 л CO_2 .
9. Для нейтралізації 4,8 г одноосновної карбонової кислоти необхідно 16,95 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою КОН 22,44% ($\rho=1,18$ г/см³). Визначити формулу кислоти.
10. Який об'єм ацетилену з об'ємною часткою домішок 5% необхідний для добування 150 г оцтової кислоти з масовою часткою CH_3COOH 25%?
11. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 20% ($\rho=0,9$ г/см³) буде витрачено на нейтралізацію 60 г розчину оцтової кислоти з масовою часткою CH_3COOH 15%?
12. На нейтралізацію одноосновної органічної кислоти масою 1,2 г затрачено 20 мл 1 М розчину лугу. Яка це кислота?

13. Оцтовий альдегід, одержаний з 11,2 л ацетилену (н.у.), окиснений у кислоту, яка вступила в реакцію естерифікації з надлишком етанолу. Скільки грамів естеру утворилося, якщо вихід його складав 80%?
14. Яка маса кальцій ацетату утвориться при взаємодії оцтової кислоти масою 0,06 кг з кальцій карбонатом кількістю речовини 0,4 моль, якщо практичний вихід кальцій ацетату складає 90% від теоретично можливого?
15. Запишіть рівняння реакцій одержання оцтової кислоти з етанолу. Визначте, яку масу кислоти можна одержати, якщо для реакції було взято етанол масою 34,5 г, а вихід кінцевого продукту реакції становив 92% від теоретично можливого.
16. Запишіть рівняння реакції одержання метилового естеру пропіонової кислоти. Визначте, яку масу естеру можна одержати, якщо для реакції було взято 51,8 г відповідної кислоти та 24 г спирту. Вихід кінцевого продукту реакції вважати кількісним.
17. Грушова есенція належить до естерів (складних ефірів) і утворюється з етанової (оцтової) кислоти та 3-метилбутанолу-1. Напишіть рівняння реакції й обчисліть масу есенції кількістю речовини 2 моль. (260 г)
18. Яка маса розчину гідроксиду натрію масою 80 г з масовою часткою NaOH 25% витрачається під час переробки на мило триолеїну масою 5 т? (2,73 т)
19. Який об'єм водню (н.у.) потрібний для перетворення триолеїну масою 36,52 кг на тристеарин, якщо масова частка виробничих втрат становить 12%? (3,494 м³)
20. Основним компонентом деякого жиру є тристеарин, масова частка якого становить 80%. Які маси гліцерину і стеаринової кислоти можна добути внаслідок омилення цього жиру масою 445 кг, якщо масова частка виробничих втрат становить 8%? (гліцерину – 34,09 кг; кислоти – 315,66 кг)

21. Яку масу господарського мила з масовою часткою стеарату натрію 72% добуває фабрика з жиру масою 4 т з масовою часткою тристеарину 98%, якщо масова частка виробничих втрат становить 12%? (4,943 т)
22. Яку масу синтетичного мийного засобу можна добути з парафіну складу $C_{28}H_{58}$ масою 400 т за схемою: $C_{28}H_{58} \rightarrow 2CH_3-(CH_2)_{12}-CH_2OH$; $CH_3-(CH_2)_{12}-CH_2OH + HOSO_3H \rightarrow CH_3-(CH_2)_{12}-CH_2O-OSO_3H + H_2O$; $CH_3-(CH_2)_{12}-CH_2O-OSO_3H + NaOH \rightarrow CH_3-(CH_2)_{12}-CH_2O-OSO_3Na + H_2O$. (609,14 т)
23. Яку масу етилетаноату (складного ефіру) можна добути з 120 г оцтової кислоти і 115 г етанолу, якщо масова частка виходу продукту реакції складає 90% від теоретично можливого? (158,4 г)
24. Нагріваючи етанову (оцтову) кислоту масою 7,2 г з метанолом масою 4,8 г, одержали естер (складний ефір) масою 7,4 г. Чому дорівнює масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого? (83,3%)
25. Яку масу естеру (складного ефіру) можна одержати, маючи 16 г метанолу і 36 г етанової (оцтової) кислоти? (37 г)
26. На виробництво туалетного мила масою 1 т з масовою часткою натрій октадеканоату (стеарату натрію) 60% витрачаються стеаринова кислота масою 748 кг і розчин натрій гідроксиду масою 124 кг з масовою часткою луку 92%. Чому дорівнює масова частка виходу мила від теоретично можливого? (74,4%)
27. Який об'єм повітря потрібний для спалювання леткого продукту, який утворюється внаслідок нагрівання суміші етилацетату масою 39,6 г та розчину гідроксиду натрію масою 80 г з масовою часткою NaOH 25%? Об'ємна частка кисню в повітрі становить 21%. (144 л)
28. У результаті гідролізу естеру (складного ефіру) етиленгліколю і насиченої одноосновної карбонової кислоти утворилось 18 г кислоти, на нейтралізацію якої витратили

- 120 г розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 10%. Яка кислота брала участь в утворенні естеру? (CH_3COOH)
29. При нагріванні суміші оцтової та мурашиної кислот з 23 мл етанолу (густина $0,8 \text{ г/см}^3$) в присутності концентрованої сульфатної кислоти одержано 34,2 г суміші складних ефірів. Визначте масу кожної кислоти у суміші, якщо вихід продукту умовно складає 100%. (19,7 г оцтової, 3,22 г мурашиної)
30. Визначте масу натрій гідроксиду, витраченого на гідроліз 202 кг тригліцериду стеаринової кислоти, масова частка домішок в якому 5%. (25,87 кг)
31. Яку масу гліцерину можна добути із технічного жиру масою 10 т, що містить 89% тригліцериду стеаринової кислоти? (92 кг)
32. Обчисліть масу гліцерину, який утворюється в результаті гідролізу природного жиру (тригліцериду олеїнової кислоти) масою 4,5102 кг, масова частка домішок в якому становить 2%. (0,46 кг)
33. Яка маса гліцерину утвориться внаслідок взаємодії гідроксиду калію і тристеарину масою 30 кг з масовою часткою домішок 2%? Масова частка виходу гліцерину від теоретично можливого становить 96%. (2,94 кг)
34. Яку масу метанолу треба взяти, щоб добути метилетаноат масою 55,5 г, якщо масова частка виходу естеру (складного ефіру) складає 80%? (30 г)
35. У лабораторії добуто етилетаноат (етилловий ефір етанової кислоти) масою 158,4 г, масова частка практичного виходу якого становить 90%. Яка маса кислоти була взята для реакції? (120 г)
36. У результаті взаємодії оцтової кислоти масою 90 г з надлишком етанолу утворився естер (складний ефір) масою 116 г. обчисліть масову частку практичного виходу продукту реакції. (87,87%)

37. Яка маса естеру утвориться в результаті взаємодії мурашиної кислоти масою 50 г з етанолом масою 50 г, якщо масова частка виходу естеру (складного ефіру) складає 80%? (64,34 г)
38. Яку масу етанолу треба взяти, щоб добути етилетаноат (етилловий ефір етанової кислоти) масою 75 г, якщо масова частка практичного виходу естеру складає 80%? (49 г)
39. На виробництво туалетного мила масою 1 т з масовою часткою натрій октадеканоату (стеарату натрію) 60% витрачається розчин натрій гідроксиду масою 124 кг з масовою часткою лугу 92%. Чому дорівнює масова частка виходу мила від теоретично можливого? (68,75%)
40. З етанової (оцтової) кислоти масою 30 г і достатньої кількості пропанолу одержали естер (складний ефір) масою 40,8 г. Чому дорівнює масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого? (80%)
41. Яку масу метанової кислоти треба взяти для одержання метилметаноату (метилового ефіру метанової кислоти) кількістю речовини 10 моль за умови, що масова частка практичного виходу естеру складає 92%? (500 г)
42. У лабораторії добули оцтово-етилловий ефір масою 200 г з масовою часткою виходу 90% від теоретично можливого. Яку масу кислоти витрачено при цьому? (151,52 г)
43. Внаслідок взаємодії ацетатної кислоти масою 96 г з етанолом утворився естер масою 116 г. Обчисліть масову частку виходу естеру у відсотках від теоретично можливого. (82,39%)
44. Яку масу метилацетату можна добути з метанолу масою 16 г й ацетатної кислоти масою 27 г, якщо масова частка виходу естеру становить 98% від теоретично можливого? (32,6 г)
45. Під час нагрівання метанолу масою 2,4 г й ацетатної кислоти масою 3,6 г утворився метилацетат масою 3,7 г. Обчисліть масову частку виходу естеру у відсотках від теоретично можливого. (83,3%)

46. Окисненням очищеного парафіну складу $C_{26}H_{54}$ добувають синтетичні жирні кислоти, які використовують у процесі виготовлення мила. Яку масу мила можна добути за добу на установці для добування синтетичних кислот потужністю 3 т/год з масовою часткою виходу кислот 58% від теоретично можливого? (53,85 т)

Тема 36. Задачі з теми вуглеводи

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості вуглеводів. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

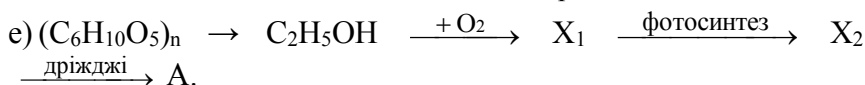
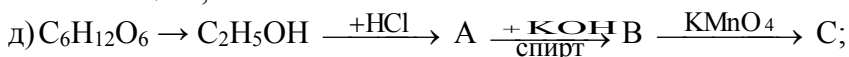
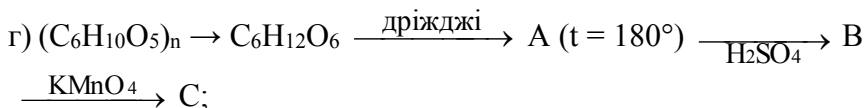
1. Класифікація вуглеводів. Глюкоза, її склад, фізичні властивості. Хімічні властивості глюкози.
2. Фруктоза, рибоза та дезоксирибоза. Поняття про оптичну ізомерію.
3. Сахароза, її склад, будова. Фізичні властивості й поширення у природі. Хімічні властивості. Добування цукру з цукрових буряків (загальна схема).
4. Крохмаль, його склад. Будова крохмалю. Фізичні властивості. Хімічні властивості.
5. Целюлоза, її склад. Будова целюлози. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Масова частка крохмалю у картоплі становить 20 %. Розрахуйте масу глюкози, яку можна добути з картоплі масою 405 кг. Вихід продукту дорівнює 70 %.
2. Обчислити, яка маса глюкози піддалася бродінню, якщо виділився вуглекислий газ об'ємом 11,2 мл (н. у.)
3. Обчисліть скільки кілограмів деревини необхідно взяти, щоб внаслідок послідовних хімічних перетворень добути

амінооцтову кислоту масою 3 кг. Вміст целюлози в деревині складає 50 %. Наведіть приклади всіх реакцій.

4. Яку масу крохмалю потрібно гідролізувати, щоб з добутої глюкози під час молочнокислого бродіння утворилась молочна кислота масою 108 г? Вихід продуктів гідролізу крохмалю дорівнює 80%, продукту бродіння глюкози – 60%.
5. Масова частка целюлози в деревині 50%. Яку масу спирту можна добути з глюкози, яка утворюється при гідролізі деревних ошукрок масою 810 кг? Вихід етанолу становить 70%, спирт виділяється у вигляді розчину з масовою часткою води 8%
6. Яку масу кукурудзяних зерен потрібно взяти для добування спирту масою 115 кг з масовою часткою етанолу 96%, якщо вихід спирту становить 80%? Масова частка крохмалю в кукурудзяних зернах становить 70%.
7. Скільки грамів глюкози потрібно для добування з неї етилового спирту бродінням, якщо відомо, що при нагріванні цього спирту з концентрованою сульфатною кислотою утворюється 10 мл діетилового ефіру ($\rho = 0,925 \text{ г/см}^3$), вихід якого становить 50%.
8. Суміш глюкози і мальтози масою 15,6 г окислили аміачним розчином аргентум оксиду. При цьому утворилась суміш кислот масою 16,57 г. Визначте масову частку кожного компоненту суміші.
9. Є розчини глюкози, фруктози і сахарози. Розчини знаходяться в різних посудинах. Як встановити в якій посудині глюкоза?
10. Визначте речовину А в ланцюгу перетворень і запишіть відповідні рівняння реакцій:
 - а) глюкоза \rightarrow А \rightarrow оцтовий альдегід \rightarrow оцтова кислота \rightarrow ацетат калію;
 - б) целюлоза \rightarrow глюкоза \rightarrow А \rightarrow етилен \rightarrow карбон (IV) оксид;
 - в) $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{фотосинтез}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{дріжджі}} \text{X}_2 \xrightarrow{+\text{O}_2} \text{X}_3 \xrightarrow{+\text{Cl}_2} \text{A}$;



11. У результаті спиртового бродіння глюкози добуто 5 л етанолу ($\rho = 0,78$ г/мл). Який об'єм карбон (IV) оксиду (н. у.) при цьому утворився?
12. Скільки етанолу можна добути з 42,5 кг глюкози, яка містить 15% домішок?
13. Скільки вуглекислого газу утворюється при бродінні 270 г глюкози, що містить 10% домішок?
14. Який об'єм газу (н. у.) виділиться в результаті спиртового бродіння глюкози масою 18 г, якщо вихід продукту реакції становить 75%?
15. Визначити масу оцтової кислоти, одержаної в наслідок бродіння 200 кг глюкози.
16. Скільки грамів кальцій карбонату утвориться, якщо карбон (IV) оксид, що утворюється при бродінні 0,1 моль глюкози поглинути вапняною водою?
17. Скільки грамів глюкози витратиться для отримання 11,2 л етилену шляхом двох послідовних процесів – спиртового бродіння та дегідратації утвореного спирту? Вихід етилену складає 50%.
18. Скільки грамів сахарози треба піддати гідролізу, щоб з отриманої глюкози одержати 27 г молочної кислоти, якщо молочнокисле бродіння проходить з виходом 50% від теоретичного?
19. Скільки грамів глюкози було піддано спиртовому бродінню, що проходило з виходом 80%, якщо для нейтралізації утвореного вуглекислого газу пішов розчин 20% натрій

- гідроксиду об'ємом 65,57 мл ($\rho = 1,22$)? Скільки грамів натрій гідрокарбонату при цьому утвориться?
20. Розрахуйте масу глюкози, яку отримали з 100 кг картоплі, якщо масова частка крохмалю в картоплі складає 0,22, а масова частка виходу глюкози від теоретично можливого – 0,8. (Розрахунки проведіть на одну структурну ланку полімеру). (19,55 кг)
 21. Чому дорівнює маса медичного спирту з масовою часткою етанолу 96%, одержаного бродінням глюкози масою 720 кг (масова частка виходу етанолу від теоретично можливого становить 92%)? (352,7 кг)
 22. Обчисліть, яку масу глюкози слід піддати спиртовому бродінню, щоб з утвореного етанолу одержати 2,24 л (н.у.), якщо масова частка виходу етилену від теоретично можливого становить 80%? (11,25 г)
 23. Розрахуйте масу глюкози, яку отримали у результаті гідролізу сахарози масою 171 г і за умови, що масова частка виходу продукту реакції від теоретично можливого становить 75%. (67,5 г)
 24. Яку масу глюкози можна добути з картоплі масою 1008 кг з вмістом крохмалю 25% за умови, що масова частка виходу глюкози від теоретично можливого становить 80%? (224 кг)
 25. Вихід глюкози в реакції гідролізу деревини масою 1000 кг з масовою часткою целюлози 50% дорівнював 140 кг. Чому дорівнює масова частка виходу глюкози від теоретично можливого? (25,2%)
 26. Під час бродіння глюкози утворився етанол масою 55,2 г з масовою часткою виходу від теоретично можливого 80%. Визначте масу глюкози, яка піддалась бродінню. (135 г)
 27. Під час бродіння глюкози масою 72 г утворився етанол масою 35 г. Обчисліть масову частку виходу етанолу у відсотках від теоретично можливого. (95,11%)

28. Обчисліть масу цукрози, яка потрібна для добування етанолу масою 55,2 г, якщо масова частка виходу його становить 80% від теоретично можливого? (256,5 г)
29. Обчисліть масу кукурудзяного зерна, потрібного для добування спирту масою 115 кг (масова частка етанолу в спирті 96%), якщо масова частка виходу спирту дорівнює 80%. Масова частка крохмалю у кукурудзяному зерні становить 70%. (347 кг)
30. З крохмалю масою 8,1 г добули глюкозу. Масова частка виходу глюкози становить 70% від теоретично можливого. До отриманої глюкози додали надлишок аміачного розчину оксиду аргентуму (I). Обчисліть масу срібла, яке утвориться внаслідок перебігу цього процесу. (7,56 г)
31. Внаслідок гідролізу крохмалю масою 324 кг утворилася глюкоза з масовою часткою виходу 80%. Глюкозу піддали спиртовому бродінню. Масова частка виходу продукту бродіння становить 75% від теоретично можливого. В результаті отримали водний розчин етанолу масою 600 кг. Визначте масову частку етанолу в цьому розчині. (18,4%)
32. Масова частка целюлози в деревині становить 50%. Яку масу триацетату целюлози можна добути з відходів деревини масою 1,62 т з масовою часткою виходу продукту реакції 75% від теоретично можливого? (1,08 т)
33. Під час кислотного гідролізу тирси масою 375 кг з масовою часткою целюлози 60% добуто глюкозу масою 115 кг. Обчисліть масову частку виходу глюкози у відсотках від теоретично можливого. (46%)
34. Яка маса відходів деревини з масовою часткою целюлози 60% потрібна для добування гідролізного спирту масою 2 т, якщо масова частка виробничих втрат становить 30%? Яку масу картоплі з масовою часткою крохмалю 20% при цьому буде зекономлено? (деревини – 8,385 т; картоплі – 25,15 т)
35. В організмі людини вуглеводи харчових продуктів гідролізуються до глюкози, яка потім окиснюється киснем до

води і вуглекислого газу. Обчисліть, в якому випадку з однакової кількості глюкози виділяється більший об'єм вуглекислого газу: у разі спиртового бродіння глюкози чи у разі повного окиснення глюкози? (у разі повного окиснення глюкози)

36. Глюкозу масою 4,5 г піддали спиртовому бродінню, а добутий карбон (IV) оксид пропустили крізь вапняну воду масою 200 г з масовою часткою кальцій гідроксиду 3,7%. Яка сіль і скільки її молів утворилося? (середня сіль – 0,05 моль)
37. Чому дорівнює масова частка глюкози у розчині, з 5 кг якого одержують 862,5 мл етанолу (густина дорівнює 0,8 г/см³)? (27%)
38. Чому дорівнює маса аргентум (I) оксиду, що без залишку взаємодіє з розчином глюкози масою 90 г і масовою часткою розчиненої речовини 10%? (11,6 г)
39. Яка маса води вступає в реакцію гідролізу з сахарозою масою 68,4 г? (3,6 г)
40. Яку масу розчину з масовою часткою нітратної (азотної) кислоти 80% було використано для добування тринітроцелюлози масою 59,4 кг (розрахунки проведено на одну структурну ланку)? (47,25 кг)
41. Яку масу глюкози можна добути внаслідок гідролізу цукрози масою 90 г? (47,37 г)
42. Обчисліть об'єм карбон (IV) оксиду (н.у.), який утвориться внаслідок згоряння цукрози масою 68,4 г. (53,76 л)
43. Кожен гектар посівів пшениці за літо виділяє в атмосферу кисень масою 15 т. Яка маса крохмалю утворюється при цьому? (12,6 т)

Тема 37. Задачі з теми нітрогеновмісні органічні сполуки

Мета: Узагальнити знання студентів про властивості нітрогеновмісних органічних сполук. Удосконалити вміння розв'язувати розрахункові та якісні задачі різних типів.

Семінарська частина

1. Нітросполуки, їхній склад. Найважливіші представники нітросполук, їх застосування.
2. Аміни жирного ряду, їх склад, хімічна, електронна будова, класифікація. Аміни як органічні основи. Взаємодія амінів з водою і кислотами.
3. Ароматичні аміни. Анілін, його склад, електронна будова молекули, фізичні властивості. Хімічні властивості аніліну. Взаємний вплив атомів у молекулі аніліну.
4. Добування амінів з нітросполук. Реакція М.М.Зініна.
5. Амінокислоти. Склад, будова молекул. Ізомерія амінокислот. Особливості хімічних властивостей амінокислот, зумовлені поєднанням аміно- і карбоксильної групи. Біполярний йон. Пептиди. Пептидний зв'язок.
6. Білки. Нуклеїнові кислоти. Білки як високомолекулярні сполуки. Основні амінокислоти, що беруть участь в утворенні білків. Рівні структурної організації білків. Властивості білків: гідроліз, денатурація, кольорові реакції.

Задачі для самостійного розв'язання

1. Як можна добути анілін, виходячи з метану і не використовуючи інші органічні сполуки? Зазначте умови перебігу реакцій.
2. Який об'єм 15%-го розчину гідроксиду калію (густина 1,14 г/мл) потрібний для нейтралізації амінооцтової кислоти, добутої з 12,8 г карбїду кальцію.
3. Є розчин фенолу і аніліну в бензолі (масова частка фенолу в розчині становить 4,4 %, аніліну — 7,2%). Обчисліть масу

розчину бромю, яку треба взяти для бромовання зразка вихідного розчину масою 350 г. Масова частка бромю в розчині дорівнює 2 %.

4. В результаті повного гідролізу природного дипептиду масою 14,6 г з розчином натрій гідроксиду (масова частка лугу 12 %, $\rho = 1,2$ г/мл) з розчину виділилась сіль масою 11,1 г, масова частка натрію в якій дорівнює 20,73 %. Визначте можливу структурну формулу вихідного дипептиду і обчисліть об'єм розчину лугу, затраченого на гідроліз.
5. Обчисліть скільки кілограмів деревини необхідно взяти, щоб внаслідок послідовних хімічних перетворень добути амінооцтову кислоту масою 3 кг. Вміст целюлози в деревині складає 50 %. Наведіть приклади всіх реакцій.
6. Обчислити масу естеру, який утвориться при взаємодії етанолу і гліцину, добутого з 0,1 моль хлороцтової кислоти та аміаку об'ємом 3,36 л (н. у.), якщо вихід гліцину становить 95 % від теоретично можливого.
7. Ацетилен, одержаний піролізом метану і добутий з природного газу об'ємом 2000 м^3 (н. у.) з масовою часткою 96 % і виходом ацетилену 90 % від теоретично можливого, піддали подальшій переробці на амінооцтову кислоту. Обчислити масу амінооцтової кислоти, яку можна добути з цього ацетилену. Наведіть приклади всіх реакцій.
8. Обчислити масу дипептиду, який утвориться при взаємодії 200 г амінооцтової кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 15 % та амінопропіонової кислоти масою 350 г з масовою часткою розчиненої речовини 10 %, якщо практичний вихід дипептиду становить 85 % від теоретично можливого.
9. При взаємодії хлороцтової кислоти з аміаком об'ємом 5,6 л (н. у.) було добуто 17,8 г гліцину. Яка масова частка виходу гліцину від теоретично можливого?

10. Обчислити масу метилового естеру гліцину, який утворився при взаємодії гліцину масою 45 г та метанолу масою 22,4 г, якщо масова частка виходу естеру становить 98 %.
11. Обчислити масу гідрогенхлоридної солі гліцину, яка утвориться при взаємодії 22,5 г амінооцтової кислоти з розчином хлоридної кислоти об'ємом 22 мл ($\rho = 1,023$ г/мл).
12. При взаємодії хлороцтової кислоти масою 47,25 г з аміаком (н. у.) добули 37,5 г амінооцтової кислоти. Обчислити об'єм аміаку, який вступив у хімічну реакцію.
13. Обчислити масу три пептиду, який утвориться при взаємодії гліцину кількістю речовини 2 моль та α - і β -аланіну масою 178 г.
14. До 200 г розчину натрій гідроксиду додали розчин амінооцтової кислоти у надлишку. Маса солі становила 58,2 г. Обчислити масову частку натрій гідроксиду в розчині.
15. З калій гідроксиду об'ємом 150 мл ($\rho = 1,08$ г/мл) та гліцину було добуто 452 г солі. Яка масова частка виходу солі від теоретично можливого?
16. Для повного гідролізу зразка дипептиду масою 24 г витратили 2,7 г води. Визначте структуру дипептиду, якщо відомо, що в результаті гідролізу утворилася лише одна амінокислота.
17. Для повного гідролізу зразка трипептиду масою 27,9 г витратили 3,6 г води. Визначте структуру трипептиду, якщо відомо, що в результаті гідролізу утворилася лише одна амінокислота.
18. Амінооцтову кислоту добули із оцтової кислоти масою 24 г з практичним виходом 60 %. Обчислити об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою його часткою 15 % і густиною 1,16 г/мл, який необхідний для нейтралізації амінооцтової кислоти.
19. Обчислити, яка маса глюкози піддалася бродінню, якщо виділився вуглекислий газ об'ємом 11,2 мл (н. у.)

20. Який об'єм кисню (н. у.) потрібен для повного згоряння метану об'ємом 12 л? Яка маса кислоти солі утвориться внаслідок пропускання вуглекислого газу, який при цьому виділяється, крізь вапняну воду?
21. Яку масу ацетальдегіду можна добути з ацетилену об'ємом 4,48 л, якщо практичний вихід його становить 95 % від теоретично можливого?
22. Яку масу естеру можна добути з метанолу масою 16 г і оцтової кислоти масою 32 г?
23. Обчислити об'єм вуглекислого газу (н. у.), що утворився внаслідок взаємодії надлишку оцтової кислоти з вапняком масою 30 г, масова частка домішок у якому становить 15 %.
24. Унаслідок нітрування бензену масою 156 г добуто нітробензен масою 210 г. Обчислити вихід нітробензену від теоретично можливого.
25. У молекулі білка, що містить 32% Сульфуру, є два залишки цистеїну. Яку масу цього білка слід узяти для одержання 0,5 г цистеїну, якщо масова частка його виходу становить 10%?
26. Напишіть схему перетворення етанолу в амінооцтову кислоту. Яку масу амінооцтової кислоти можна одержати з 46 г етанолу?
27. У якому мольному співвідношенні знаходяться бромгідрати амінооцтової і амінопропіонової кислот, якщо 7,46 г цієї суміші при дії надлишку розчину аргентум нітрату утворюють 7,52 г осаду?
28. Обчислити масу амінооцтової кислоти, яку можна одержати з 92 г етанолу, якщо вихід продукту реакції становить 86% від теоретично можливого.
29. Обчислити об'єм ацетилену (н.у.), необхідний для добування 56 г гліцину, якщо вихід продукту реакції становить 92%.
30. Обчисли об'єм етанолу ($\rho=0,8 \text{ г/см}^3$, $W=96\%$) необхідний для естерифікації 40 г гліцину.

31. Обчислити об'єм азоту (н.у.), який утвориться при згорянні цистину масою 126 г.
32. Який об'єм етанолу ($\rho=0,8 \text{ г/см}^3$, $W=96\%$) може вступити в реакцію естерифікації з аспарагіноюю кислотою масою 76 г?
33. Запропонуйте структуру фрагмента білкової молекули (3 залишки амінокислот), якщо відомо що вона проявляє основні властивості.
34. Запропонуйте структуру фрагмента білкової молекули (3 залишки амінокислот), якщо відомо що вона проявляє кислотні властивості.
35. Запропонуйте структуру фрагмента білкової молекули (3 залишки амінокислот), якщо відомо що вона проявляє амфотерні властивості.
36. Обчислити відносну молекулярну масу лізину, якщо відомо, що в його молекулі містяться 2 атоми Нітрогену, а масова частка Нітрогену становить 19,7 %.
37. Вміст Нітрогену в серині становить 13,3 %. Обчислити відносну молекулярну масу серину, якщо відомо, що в його молекулі міститься один атом Нітрогену.
38. Гемоглобін містить 0,34 % Феруму. Обчислити мінімальну відносну молекулярну масу гемоглобіну.
39. Визначити мінімальну відносну молекулярну масу білка, який містить 0,8 % цистеїну.
40. За аналітичними даними гемоглобін коня містить: Fe – 0,4 %; S – 0,39 %. Визначити мінімальну відносну молекулярну масу гемоглобіну коня за Ферумом та Сульфуром.
41. За аналітичними даними гемоглобін свині містить: Fe – 0,4 %; S – 0,48 %. Визначте мінімальну відносну молекулярну масу гемоглобіну коня за Ферумом та Сульфуром.
42. Запишіть можливу формулу речовини А $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$, яка при взаємодії з хлоридною кислотою перетворюється в сполуку складу $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{ClNO}_2$, а з натрій гідроксидом – $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{NNaO}_2$. Реагуючи з пропанолом-2 речовина А утворює сполуку $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{NO}_2$. Наведіть рівняння згаданих реакцій.

43. Запишіть можливу формулу речовини А $C_5H_9NO_4$, яка при взаємодії з натрій гідроксидом перетворюється в сполуку складу $C_5H_7NNa_2O_4$, а з етанолом у присутності сульфатної кислоти – $C_9H_{17}NO_4$. Запропонуйте одну із можливих структур цієї сполуки і наведіть рівняння згаданих реакцій.
44. Обчислити масу 15 % розчину амінооцтової кислоти, яку можна добути з оцтової кислоти масою 15 г двостадійним синтезом з виходом продукту на кожній стадії 75 %.
45. Визначте формулу амінокислоти, 10 г якої можуть прореагувати з розчином натрій гідроксиду масою 18 г, у якому масова частка луку становить 25 %.
46. Які речовини і в яких кількостях утворюються в результаті дії 50 мл хлоридної кислоти з концентрацією 3 моль/л на 14,6 г лізину.
47. Які речовини і в яких кількостях утворюються в результаті дії 85 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією 2 моль/л на 14,7 г глутаміна.
48. Етиловий естер гліцину масою 2,06 г прокип'ятили з розчином, що містить калій гідроксид масою 1,5 г, і добутий розчин випарили. Розрахуйте масу сухого залишку.
49. Метилловий естер аланіну масою 3,09 г прокип'ятили з розчином, що містить калій гідроксид масою 2,1 г, і добутий розчин випарили. Розрахуйте масу сухого залишку.
50. Для повного гідролізу зразка дипептиду масою 9,6 г витратили 0,9 г води. Визначити структуру дипептиду, якщо відомо, що в результаті гідролізу утворилась лише одна амінокислота.
51. Який об'єм розчину, в якому масова частка натрій гідроксиду становить 10 % ($\rho = 1,1$ г/мл), може прореагувати з гліцином, добутим з кальцій карбідом масою 3,2 г?
52. Обчислити масу хлоретанової кислоти, яку можна добути із 9,2 г етанолу за умови, що практичний вихід продукту останньої реакції становить 70 %.

53. Обчислити масу естеру, який можна добути внаслідок реакції естерифікації із α -амінопропіонової кислоти масою 26,7 г і метанолу кількістю речовини 0,6 моль за умови, що практичний вихід естеру становить 75 %.

Тема 38. Модульний контроль

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Березан О. Хімія: Збірник задач для учнів середніх загальноосвітніх навчальних закладів. Тернопіль : Підручники і посібники, 2016. 352 с.
2. Брайко В.І., Мушкало Н.Н. Експериментальні задачі з неорганічної хімії. К. : Рад. шк., 1982. 127 с.
3. Буринська Н.М. Методика розв'язування задач. – К. : Либідь, 1996. – 80 с.
4. Крикля Л.С., Попель П.П. Хімія: Задачі та вправи. 8 клас. Київ: Видавничий центр «Академія», 2002. 232 с.
5. Олімпіада з хімії / Шиян Н.І., Джурка Г.Ф., Шиян К.В., Андрієвська О.С., Кравченко Т.О. Полтава, 1999. 30 с.
6. Підготовка учнів до хімічних олімпіад / І.І. Кочерга та ін. Харків : Видавнича група «Основа», 2004. 144 с.
7. Серета І.П. Конкурсні задачі з хімії: для вступників до вузів: навч. посіб. Вид. 2-ге, пероб. і доповн. Київ : Вища школа, 1995. 256 с.
8. Сікорська С.В., Юн Н.К., Беліменко Г.В., Калантаєвська В.М. Сучасні хімічні олімпіади. 7-11 класи. Харків: Видавнича група «Основа», 2012. 256 с.
9. Слета Л.О., Чорний А.В., Холін Ю.В. 1001 задача з хімії з відповідями, вказівками, розв'язками. Вид 2-ге, виправ. Харків : Веста : видавництво «Ранок», 2004. 368 с.
5. Хімія : довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів : навчально-методичний посібник / Марина Гриньова, Надія Шиян, Юрій Кращенко, Юрій Самусенко К. : Літера ЛТД, 2018. – 464 с.
10. Хомченко Г.П. Посібник з хімії для вступників до вузів. Київ : Ваклер, 1999. 480с.
11. Шаповалов В.А. Методика розв'язування задач з хімії: посібник для вчителя. Київ : Рад. школа, 1989. 83 с.
12. Шиян Н.І. Олімпіадні задачі з хімії /Шиян Н.І., Буйдіна О.О., Кравченко Т.О. / – Полтава : ПОППО, 2007. 68 с.

13. Шиян Н.І. Олімпіадні задачі з хімії / Шиян Н.І., Буйдіна О.О., Кравченко Т.О. / – Полтава : ПОППО, 2009. 86 с.
14. Шиян Н.І. Олімпіадні задачі з хімії / Шиян Н.І., Буйдіна О.О., Кравченко Т.О. / – Полтава : ПОППО, 2011. 92 с.
15. Шиян Н.І. Ускладнені задачі з хімії / Шиян Н.І., Джурка Г.Ф., Самусенко Ю.В., Кращенко Ю.П., Кравченко Т.О., Редчук А.С. Полтава : АСМІ, 2005. 248 с.
16. Ярошенко О.Г. Збірник вправ і задач з хімії: 7–11 класи – Навчальний посібник. — 5-е вид., виправ. й доп. К. : УОВЦ «ОРІОН», 2021. 272 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://olimp.ippo.kubg.edu.ua/content/category/himia>
2. <http://www.ukrchemolimp.com/>
3. http://old.chem.lnu.edu.ua/uchn_olimp/index.htm
4. <https://chemistry-forum.at.ua/> Хімічна та біологічна освіта Полтавщини

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

Період	№	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	1	H Водень 1,0079 Гідроген								He Гелій 4,0026	Періодичний таблиця	Система			
2	2	Li Літій 6,941	Be Берилій 9,01218	B Бор 10,811	C Вуглець 12,011	N Азот 14,007	O Кисень 15,999	F Фтор 18,998	Ne Неон 20,179	Fe Залізо 55,847	Власна таблиця матриці	Нова система адаптації			
3	3	Na Натрій 22,990	Mg Магній 24,305	Al Алюміній 26,982	Si Силіцій 28,086	P Фосфор 30,974	S Сульфур 32,06	Cl Хлор 35,453	Ar Аргон 39,948						
4	4	K Калій 39,098	Ca Кальцій 40,078	Sc Скандій 44,956	Ti Титан 47,88	V Ванадій 50,942	Cr Хром 51,996	Mn Манган 54,938	Fe Залізо 55,847	Co Кобальт 58,933	Ni Нікель 58,69				
5	5	Cu Мідь 63,546	Zn Цинк 65,38	Ga Галій 69,723	Ge Германій 72,64	As Арсен 74,922	Se Селен 78,96	Br Бром 79,904	Kr Криптон 83,80						
6	6	Rb Рубій 85,468	Sr Стронцій 87,62	Y Йтрій 88,906	Zr Цирконій 91,224	Nb Ніобій 92,906	Mo Молибден 95,94	Tc Технецій 98,906	Ru Рутеній 101,07	Rh Родій 102,91	Pd Паладій 106,42				
7	7	Ag Срібло 107,87	Cd Кадмій 112,41	In Індій 114,82	Sn Свинець 118,71	Sb Станій 121,76	Te Телур 127,60	I Йод 126,90	Xe Ксенон 131,29						
8	8	Cs Цезій 132,91	Ba Барій 137,33	La Лантан 138,91	Hf Гафній 178,48	Ta Тантал 180,95	W Вольфрам 183,85	Re Реній 186,21	Os Осній 190,23	Ir Ірідій 192,22	Pt Платина 195,08				
9	9	Au Золото 196,97	Hg Ртуть 200,59	Tl Талій 204,38	Pb Свинець 207,2	Bi Висмут 208,98	Po Полоній 209	At Астат 210	Rn Радон 222						
10	10	Fr Францій 223	Ra Радій 226	Ac Актиній 227	Rf Ренешеймій 261	Db Дубній 262	Sg Сєргєєвій 263	Bh Борній 264	Hs Гафній 265	Mt Мейтнерій 266	Ds Дамсцій 271				
7	11	Rg Ренешеймій 272	Cn Коперніцій 285	Uut Унунтріцій 286	Fl Флеровій 289	Uup Унунпентій 290	Lv Лівєрморій 291	Uus Унунсєттий 294	Uuo Унунокттий 294						
Власна таблиця матриці		RO		RO,		RO,		RO,		RO,					
Система адаптації		RH,		RH,		RH,		RH,		RH,					
в	12	Ce Церій 140,12	Pr Прометій 140,91	Nd Неодім 144,24	Pm Прометій 145	Sm Самарій 150,36	Eu Євродій 151,96	Gd Гадоліній 157,25	Tb Тербій 158,93	Dy Диспродій 162,50	Ho Голандій 164,93	Er Ербій 167,26	Tm Темір 168,93	Yb Йттербий 173,05	Lu Люцій 174,96
в	13	Th Торий 232,04	Pa Пакетій 231,04	U Уран 238,03	Np Нептуній 237,05	Pu Плутоній 244,06	Am Америцій 243,06	Cm Кюріум 247,07	Bk Беркелій 247,07	Cf Каліфорній 251,08	Es Ейнштейній 252,08	Fm Фермій 257,10	Md Мейтнерій 258,10	No Нобелій 259,10	Lr Лоренцій 260,10

Розчинність кислот, основ і солей у воді

Аніони	Катіони																		
	H ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺
OH ⁻		P	P	P	M	M	P	H	H	H	H	H	H	H	—	—	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	M	M	M	M	P	M	H	P	P	P	P	—	P	M	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P	M	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	P	M	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	H	M	—	M	M
S ²⁻	P	P	P	P	—	—	P	—	—	H	—	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	M	M	—	—	M	—	H	M	P	H	—	—	M	—
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	M	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	M	P
PO ₄ ³⁻	P	M	P	P	M	H	H	H	H	H	H	H	M	H	H	—	—	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	M	H	H	—	—	H	—	—	H	H	M	—	—	H	—
SiO ₃ ²⁻	H	P	P	P	H	H	H	—	—	H	—	—	H	H	—	—	—	H	—
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	P

P – розчиняється (понад 10 г/л); **M** – малорозчинна (від 10 до 0,01 г/л);

H – нерозчинна (менше 0,01 г/л); — сполука не існує, або розкладається водою.

Ряд активності металів

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Au, Pt

послаблення відновних властивостей, активності