

## Практичне заняття. 6.

### Тема. Елементи IVA групи Періодичної системи.

**Мета.** Розглянути електронну будову атомів хімічних елементів IVA групи, способи отримання простих речовин, типові фізичні та хімічні властивості хімічних елементів, їх оксидів, гідроксидів та солей, а також основні області використання простих речовин та їх сполук.

### Вступ.

Елементи IVA-групи Карбон, Силіцій є неметалами, а Германій вважається напівметалом. Важливість знань про ці елементи для хіміка зумовлена практичною значущістю матеріалів, що виготовляються з їх сполук. Наведемо лише декілька прикладів щодо алотропних модифікацій Карбону: графіт використовується як матеріал для електродів, алмаз – як абразивний матеріал. Останніми роками продовжується інтенсивний пошук шляхів застосування фулеренів у різних галузях людської діяльності, вчені розглядають можливість їх використання як наноструктурних матеріалів. На основі інших елементів IVA-групи – Силіцію та Германію – виготовляються напівпровідникові матеріали.

### План.

1. Карбон.
2. Силіцій.
3. Підгрупа Германію: Германій, Станум, Плюмбум.

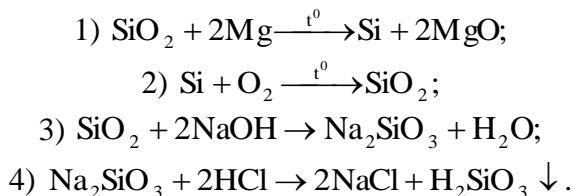
### Зміст практичного заняття.

#### Приклади розв'язання типових задач і виконання завдань

**Приклад 1.** Скласти рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:

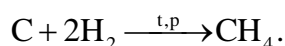
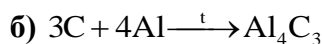
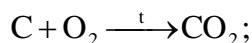
діоксид силіцію  $\xrightarrow{1}$  кремній  $\xrightarrow{2}$  діоксид силіцію  $\xrightarrow{3}$  натрій силікат  $\xrightarrow{4}$  силікатна кислота

**Розв'язання:**



**Приклад 2.** Складіть по два рівняння хімічних реакцій, в яких вуглець є: а) відновником; б) окисником.

**Розв'язання:** а)  $3\text{C} + \text{CaO} \xrightarrow{t} \text{CaC}_2 + \text{CO}$

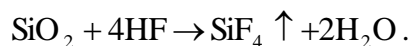


**Приклад 3. Схарактеризуйте відношення силіцій(IV) оксиду до: а) води; б) кислот; в) лугів.**

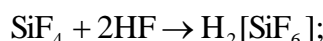
**Розв'язання:**

а) силіцій(IV) оксид є нерозчинним оксидом, тому не взаємодіє з водою;

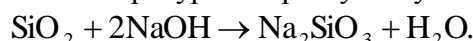
б) оскільки  $\text{SiO}_2$  належить до кислотних оксидів, він не реагує з кислотами, окрім плавикової:



Однак практично з розчинів плавикової кислоти силіцій флуорид не виділяється, тому що починає одразу взаємодіяти з надлишком кислоти з утворенням осаду гексафлуоросилікатної кислоти:



в) завдяки міцній кристалічній ґратці та невисокій хімічній активності силіцій(IV) оксид виявляє стійкість до розчинів лугів, незважаючи на те, що належить до кислотних оксидів. Але при сплавленні за високих температур  $\text{SiO}_2$  реагує з лугами:



**Приклад 4. Який об'єм 4,5 % розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,03$  г/мл) необхідний для взаємодії з 50 г технічного натрій карбонату, який містить 16% домішок, що не реагують з кислотами.**

**Розв'язання.** Масова частка натрій карбонату у технічному зразку становить:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 100\% - w(\text{домішок}) = 100\% - 16\% = 84\%.$$

Тоді маса чистого натрій карбонату в зразку є такою:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{техн}} \cdot w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 50 \cdot 0,84 = 42 \text{ г}.$$

Знаходимо кількість речовини натрій карбонату:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{42 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,396 \text{ моль}.$$

Складаємо рівняння хімічної реакції:



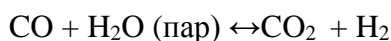
За рівнянням реакції встановлюємо, що:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,396 \text{ моль}.$$

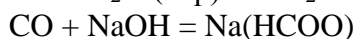
Розраховуємо об'єм розчину сульфатної кислоти:

$$V_{\text{р-ну}} = \frac{m_{\text{р-ну}}}{\rho_{\text{р-ну}}} = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{w(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot \rho_{\text{р-ну}}} = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{w(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot \rho_{\text{р-ну}}} = \frac{0,396 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль}}{0,045 \cdot 1,03 \text{ г/мл}} = 905,6 \text{ мл}.$$

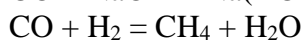
### **Найважливіші хімічні властивості елементів 4А групи та їх сполук**



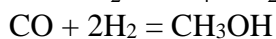
(більше  $230^\circ \text{C}$ , кат.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )



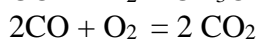
( $120-130^\circ \text{C}$ , р)



( $150-200^\circ \text{C}$ , кат. Ni)

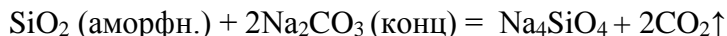
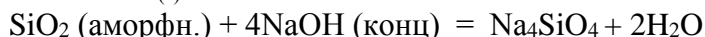
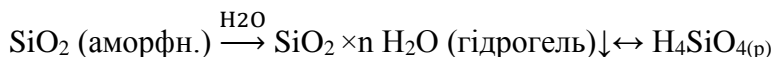
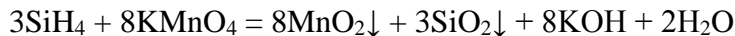
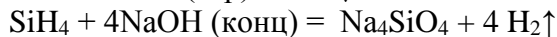
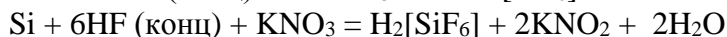
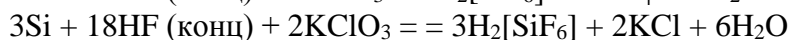
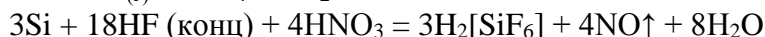
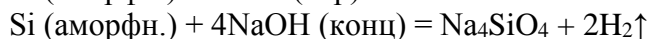
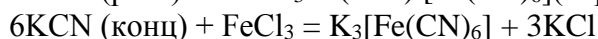
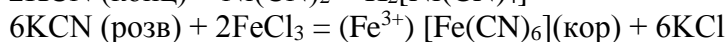
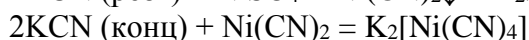
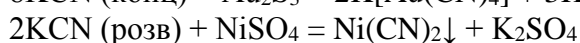
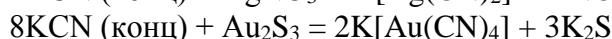
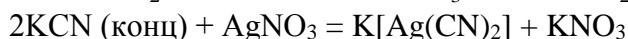
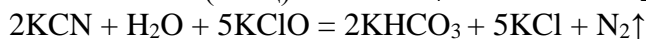


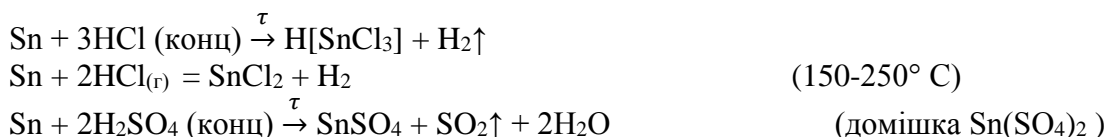
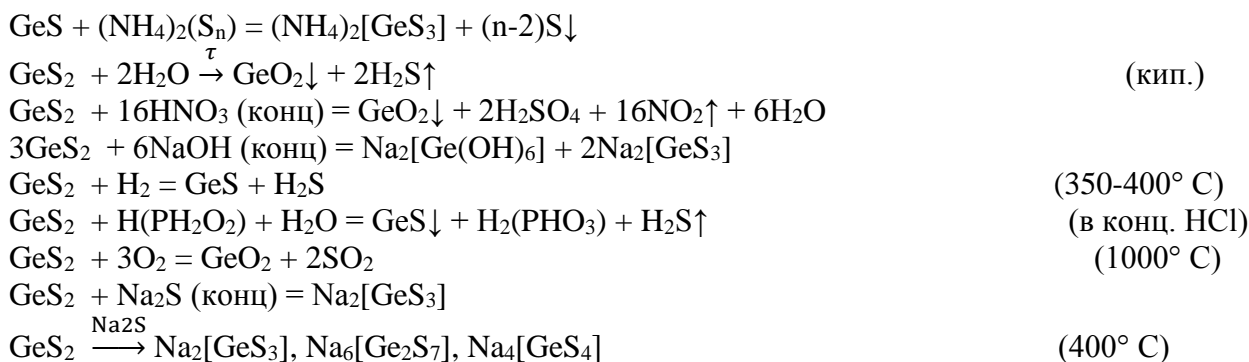
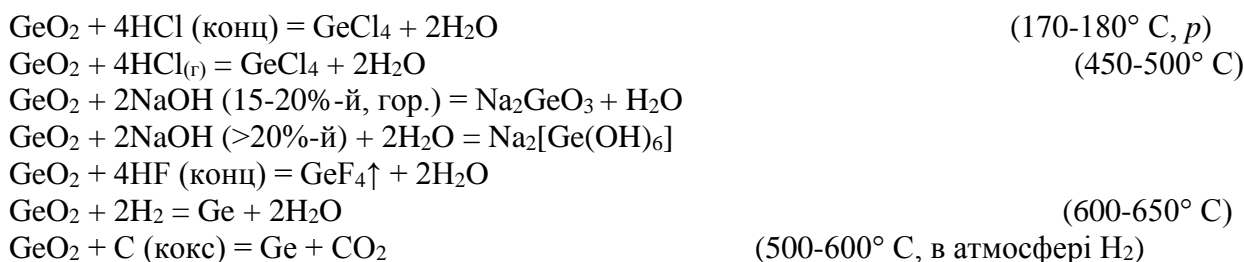
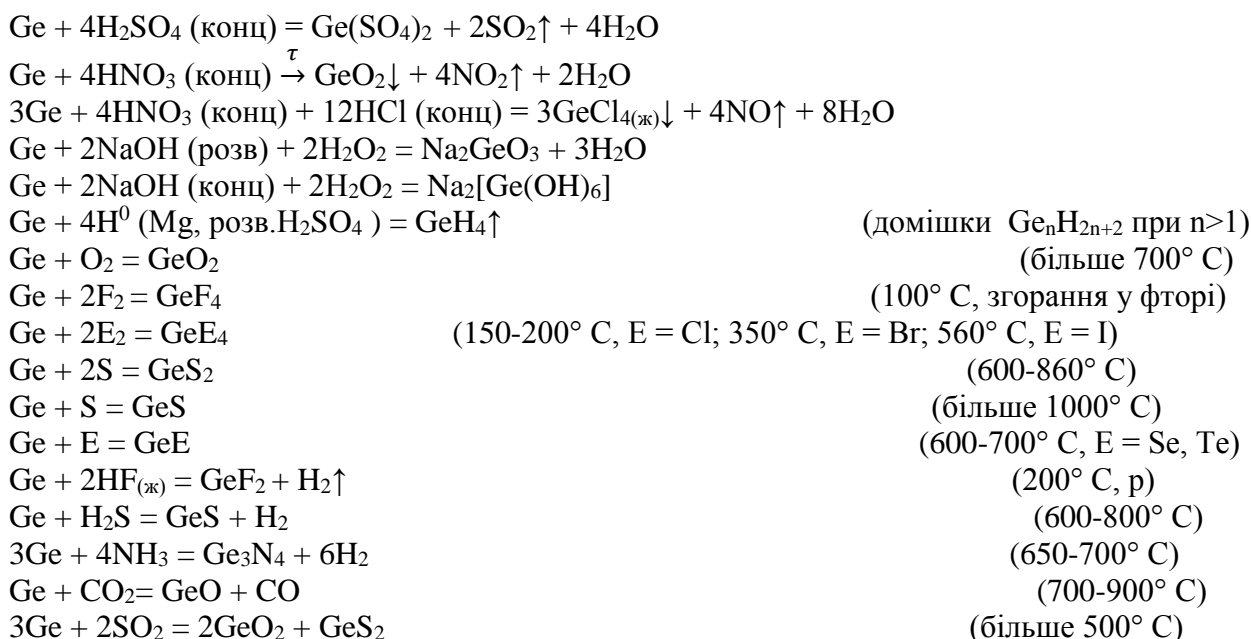
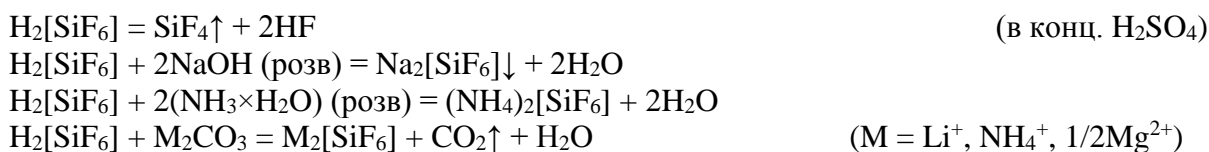
( $250-300^\circ \text{C}$ , р, кат.  $\text{CuO}/\text{Cr}_2\text{O}_3$ )

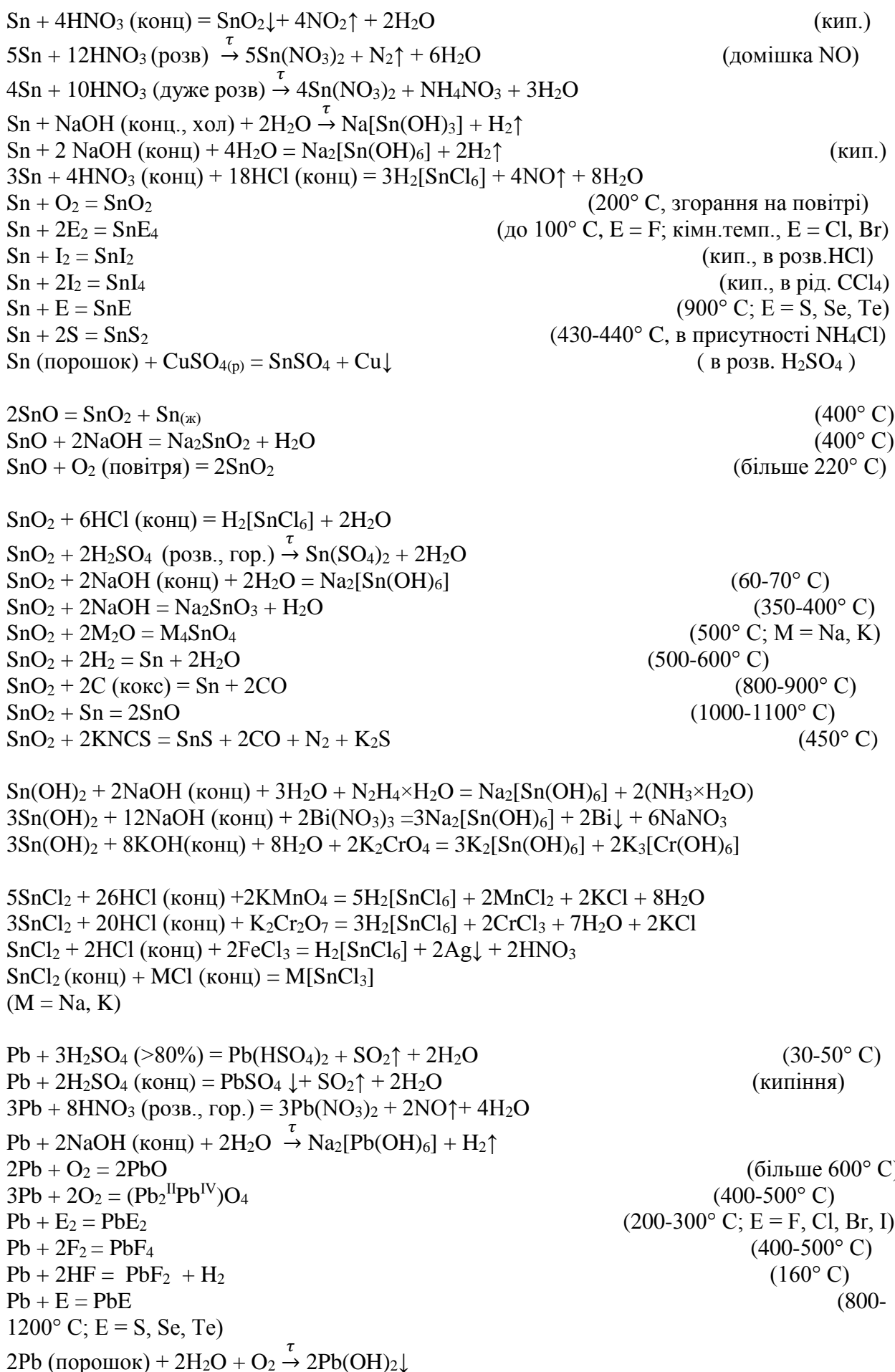


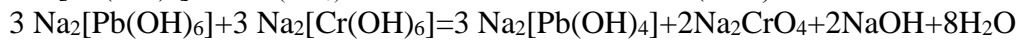
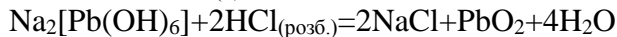
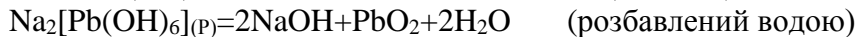
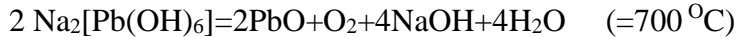
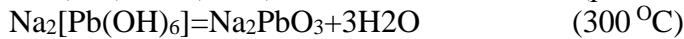
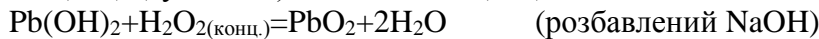
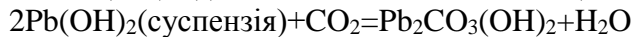
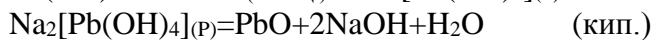
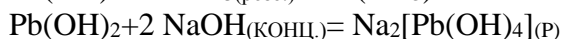
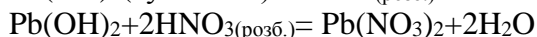
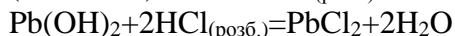
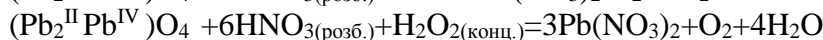
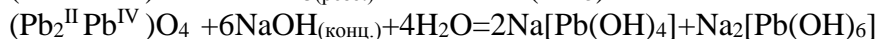
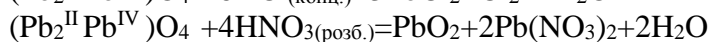
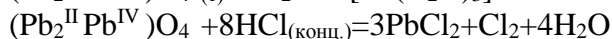
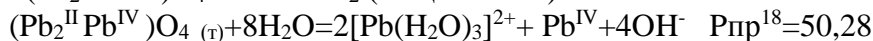
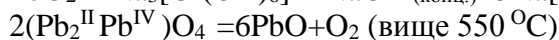
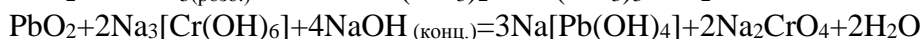
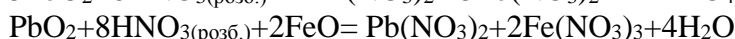
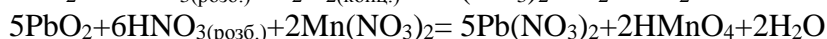
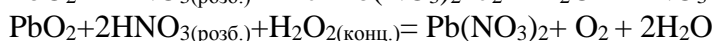
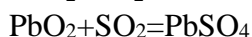
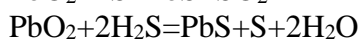
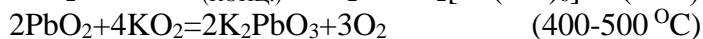
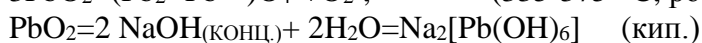
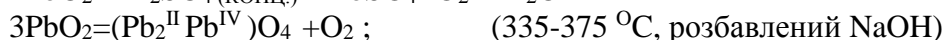
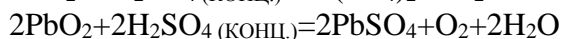
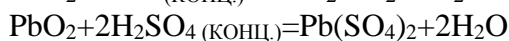
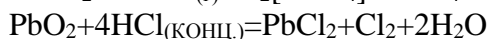
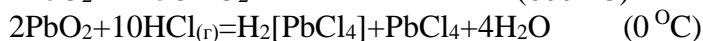
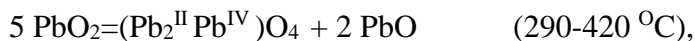
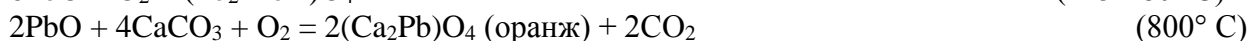
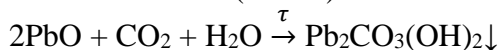
(кімн. темп., кат.  $\text{MnO}_2/\text{CuO}$ )











## Література.

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд., испр. – Москва: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с., ил.
2. Березан О.В. Збірник задач з хімії. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – 320 с.
3. Неділько С.А., Попель П.П. Загальна й неорганічна хімія: задачі та вправи. Навч. посібник. – К.: Либідь, 2001. – 400 с.
4. Лидин Р.А. и др. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов. 3-е изд., испр. / Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева; Под ред. Р.А.Лидина. – М.: Химия, 2000. – 480 с.: ил. ISBN -724-1163-0
5. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.-техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. – 639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
6. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.
7. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков; - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-240 с. ISBN 5-7695-1446-9.
8. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.-368 с. ISBN 5-7695-1436-9.
9. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-352 с. ISBN 5-7695-2532-0.
10. Неорганическая химия: В 3 т. /Под редакцией Ю.Д.Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2 : Учебник для студ. высш. учеб. заведений /А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.-400 с. ISBN 5-7695-2533-9.
11. Загальна та неорганічна хімія у двох частинах: Підручник. Частина II [для студ. вищ. навч. закл.] / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовських, С.В. Іванов; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 212 від 03.06.1999]. – Київ: Пед. преса, 2000. – 784с.: іл., 125 рис., 63 табл. – Бібліогр.: с. 771 (28 назв). – Імен. покажч.: с.772–773. – Предметн. покажч.: с.774–783. – ISBN 955-7320-13-8.
12. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
13. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. – Москва: Высш. шк., 1997. – 527 с.
14. Самостійна робота студентів при вивченні хімії: навч. посіб. / Ю.В. Ліцман, Л.І. Марченко, С.Ю. Лебедев.– Суми: Сумський державний університет, 2011. – 349 с. ISBN 978-966-657-338-7.
15. Методичні вказівки до практичних робіт з загальної хімії (для студентів усіх спеціальностей) (Уклад.: Т.М.Волох, Н.М.Максименко, В.В.Приседський, Л.І.Рубльова, С.Г.Шейко; Під ред. В.В.Приседського. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – 183 с.



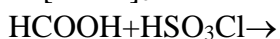
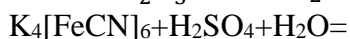
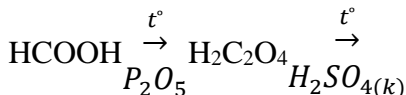
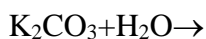
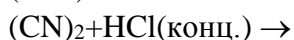
16. Буря О.І., Повхан М.Ф., Чигвінцева О.П., Антрапцева Н.М. Загальна хімія: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2002. – 306 с.

### Запитання для самоперевірки.

1. Яка з простих речовин - вуглець, кремній, германій, олово або свинець - взаємодіє з розведеною хлорводневою кислотою? Чому з нею не реагує свинець?
2. Охарактеризуйте відмінності у взаємодії простих речовин 4А групи з концентрованою азотною кислотою.
3. Чи буде відбуватися взаємодія кремнію: а) з концентрованою азотною кислотою, б) з сумішшю концентрованих азотної і фторвдневої кислот?
4. Як будуть взаємодіяти прості речовини 4А групи з лугами у водному розчині? Які реагенти можна використовувати для хімічного розчинення германію?
5. Як змінюється металічність простих речовин в ряду вуглець – кремній -германій - олово - свинець?
6. До якого типу хімічних реакцій відноситься процес отримання монооксиду вуглецю взаємодією мурашиної кислоти з концентрованою сірчаною кислотою?
7. Чи можна з розчину виділити твердий гідрокарбонат кальцію? Приведіть приклади солей карбонатів і гідрокарбонатів, які розкладаються при нагріванні.
8. Чому нагрівання розчину гідрокарбонату кальцію або введення гідроксид-іонів викликає випадання осаду карбонату кальцію?
9. Як можуть бути використані в практиці реакції термічного розкладу: а) карбонату кальцію; б) гідрокарбонату натрію; в) гідрокарбонату амонію?
10. Чи можна з водного розчину виділити карбонати алюмінію і хрому (III)?
11. Чому ортокремнієву кислоту не можна отримати прямою взаємодією продуктів діоксиду кремнію з водою - способом, аналогічно використаним для отримання вугільної кислоти? Запропонуйте два способи переходу діоксиду кремнію в ортокремнієву кислоту з використанням проміжних стадій.
12. Як розділити ортосилікат- і карбонат-іони при їх спільній присутності в розчині?
13. До якого типу гідроксидів відносяться гідроксиди олова (II) та свинцю (II)?
14. Який склад продуктів відновлення свинцю (IV) в кислотному і дужному середовищі?
15. Чим зумовлена лужність середовища в розчинах карбонат- і гідрокарбонат-іонів? Який буде тип середовища у водному розчині ортосилікат-іонів?
16. Чим зумовлена кислотність водного розчину катіонів свинцю (II)? Складіть рівняння реакцій.
17. Чим зумовлене розчинення осаду сульфату свинцю (II) та хромату свинцю (II) в умовах надлишку гідроксид-іонів? Чим зумовлена розчинність осаду хромату свинцю (II) в кислотному середовищі?
18. Порівняйте окислювально-відновні властивості сполук олова (II) та свинцю (II) і оцініть їх залежність від значення рН розчину.
19. Які протолітичні властивості продуктів гідролізу тетрахлориду кремнію, тетрахлориду германію, хлоридів олова (II) і (IV)? Для ілюстрації відповіді приведіть рівняння реакцій і необхідні довідкові дані.
20. До якого типу реакцій (окислювально-відновного або обмінного) відноситься процес, що протікає при обробці водою хлориду свинцю (IV)?
21. Порівняйте стійкість ацидокомплексів германію, олова і свинцю в степенях окислення +2 і +4. В яких умовах стійкі гідросокомплекси олова (II) та свинцю (II)?
22. Чому сульфід олова (II) та свинцю (II) не утворюють розчинних тіосполук, на відміну від сульфідів олова (IV) і германію (IV)? Яка роль полісульфід-іона в реакції утворення тіосполук олова (IV)?

23. Як розділити олово (II) і свинець (II) при спільній присутності їх катіонів в розчині?
24. Порівняйте стійкість ступенів окислення +2 і +4 для олова і свинцю в їх сполуках: а) з киснем; б) з галогенами.
25. Охарактеризуйте будову молекул оксидів вуглецю (II) і вуглецю (IV). Порівняйте міцність зв'язку вуглець - кисень в цих молекулах.
26. Складіть рівняння реакцій, що дозволяють отримати з кремнію сполуки, розчинні у воді, і протікають: а) в кислотному середовищі; б) в лужному середовищі.
27. Визначте тип гібридизації атомних орбіталей і геометричну форму комплексів олова в ступені окислення +2.
28. Які проблеми виникають при тривалому зберіганні розчину хлориду олова (II)? Запропонуйте способи стабілізації такого розчину.
29. При термічному розкладанні нітрату свинцю утворюється твердий осад. Якого він кольору? Іноді може виходити тверда фаза іншого кольору. Якими причинами це може бути викликано?
30. Використовуючи довідкові дані, порівняйте окисні властивості  $PbO_2$  в кислому і лужному середовищі.
31. Як отримують кремній в промисловості? Наведіть рівняння реакцій, які протікають.
32. У чому полягають відмінності в протіканні реакцій гідроксиду олова (II) з розведеними а) соляною; б) сірчаною кислотами. Яка причина цих відмінностей?
33. Складіть рівняння реакцій гідроксиду олова (II): а) з концентрованою; б) з розбавленою азотною кислотою.
34. У чому полягає значення 4A групи як однієї з основних груп періодичної системи?
35. Чому вуглець утворює більше хімічних сполук, ніж інші елементи в періодичній системі, разом взятих?
36. Яка природа хімічного зв'язку вуглецю з іншими елементами періодичної системи?
37. Яке місце займає вуглець по поширеності на Землі? У якому вигляді знаходиться більша частина вуглецю в земній корі?
38. Чи можна вважати алотропні форми вуглецю поліморфними модифікаціями? Чи є аморфний вуглець (наприклад, сажа) його алотропною формою?
39. Чим обумовлена «металізація» хімічного зв'язку в графіті, і на яких властивостях графіту це позначається?
40. Які реакції найбільш характерні для CO? Чим це можна пояснити?
41. Чим можна пояснити отруйність оксиду вуглецю (II)?
42. Яка здатність CO використовується в пірометалургії?
43. Для вуглецю відомі  $CO_2$ ,  $CS_2$  і  $COS$ . У якому агрегатному стані знаходяться ці речовини при звичайних умовах? Полярні чи ці молекули?
44. Чим вигідніше користуватися для більшого поглинання вуглекислого газу: водою або розчином лугу? Як можна розділити гази, суміш яких виходить при нагріванні щавлевої кислоти з концентрованою сірчаною кислотою?
45. Як можна пояснити, що для вугільної кислоти відома тільки мета-форма, а для кремнієвої - і мета-, та орто-форми?
46. Кремній не розчиняється в царській горілці, але може бути переведений в розчин дією суміші  $HF + HNO_3$ . Дайте хімічне пояснення цьому факту.
47. За рахунок чого зв'язок Si - O міцніший, ніж зв'язок C - O?
48. Для кремнію характерне і стійке координаційне число 4. З цієї точки зору поясніть існування  $SiO_2$  у вигляді полімеру зі 27 структурною одиницею  $SiO_4$ . Яку геометричну конфігурацію вона має?
49. Чому  $CO_2$  володіє молекулярною структурою, а  $SiO_2$  - координаційною?
50. Чому, на відміну від галогенідів вуглецю, галогеніди кремнію енергійно гідролізуються водою?
51. З утворенням яких продуктів монооксид кремнію реагує з гідроксидом натрію? Про що це говорить?

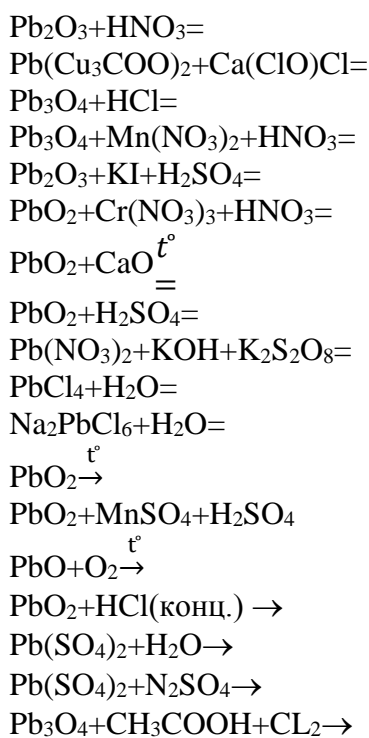
52. Наведіть приклади, що підтверджують факт стабільності ступеня окислення +4 для кремнію.
53. Чому діоксид кремнію є одним з кращих склоутворювачем? Як отримують звичайне скло? Які елементи, в принципі, можна використовувати при виготовленні скла з різними властивостями?
54. Зіставте типові мінеральні форми германію, олова і свинцю. Які загальні висновки про хімію цих елементів при цьому можна зробити?
55. Чому відносна електронегативність германію більше, ніж у кремнію?
56. Які властивості олова підтверджують його проміжне положення в ряду германій - олово - свинець?
57. У яких двох модифікаціях може знаходитися олово? Чим вони розрізняються?
58. Як поводить ся олово в концентрованих і розведених азотній кислотах? Які загальні висновки при цьому можна зробити?
59. Як металевий свинець відрізнити від германію і олова, користуючись тільки азотною кислотою? Наведіть приклади реакцій.
60. Які загальні принципи отримання водневих сполук для елементів підгрупи германію? Що можна сказати про їх порівняну стабільність і чим можна пояснити спостережувані закономірності?
61. Які оксиди утворюють елементи підгрупи германію при нагріванні на повітрі? Які висновки про хімію цих елементів можна зробити на підставі цього факту?
62. До яких структурних типів належать  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{PbO}$ ? Які висновки про природу хімічного зв'язку в цих оксидах можна при цьому зробити?
63. Чому при розтиранні порошку  $\text{PbO}_2$  з сіркою і фосфором відбувається займання? У якому виробництві це явище використовується?
64. Для свинцю, крім  $\text{PbO}$  і  $\text{PbO}_2$ , відомі оксиди  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  і  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ . Як ви поясните відсутність подібних сполук для германію і олова?
65. Чим пояснюється велика відмінність властивостей  $\alpha$ -і  $\beta$ -олов'яних кислот? Характерна чи ця особливість саме для гідроксидів олова?
66. Яка сполука є більш сильним окислювачем -  $\text{PbO}_2$  в кислому середовищі чи плюмбат натрію  $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$  у лужному? Чим це можна пояснити?
67. Який склад сполук, що утворюються при безпосередній взаємодії елементів підгрупи германію з галогенами? Який характер хімічного зв'язку в цих сполуках? Які особливості їх хімічної і кристалохімічної будови?
68. Як можна отримати  $\text{PbSO}_4$  і  $\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$ ? Що можна сказати про ставлення цих сполук до води?
69. Напишіть рівняння хімічних реакцій:



$\text{HCOONH}_4 \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{CO} + \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{CO} + \text{I}_2\text{O}_5 =$   
 $\text{HAuCl}_4 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CO} =$   
 $\text{KCr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CO} =$   
 $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow$   
 $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow$   
 $\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow$   
 $\text{COCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$   
 $\text{CO} + \text{Ni} \rightarrow$   
 $\text{CO} + \text{S} \rightarrow$   
 $\text{CuCl}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow$   
 $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10} + \text{Br}_2 =$   
 $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10} + \text{Na} =$   
 $\text{Cr}(\text{CO})_6 + \text{Na} =$   
 $\text{K} + \text{CO} \rightarrow$   
 $\text{NaOH} + \text{CO} \rightarrow$   
 $\text{Re}_2\text{O}_7 + \text{CO} \rightarrow$   
 $\text{C} + \text{S} =$   
 $\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Cr}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$   
 $\text{PCl}_5 + \text{CS}_2 \rightarrow$   
 $\text{CSCl}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$   
 $\text{Na}_2\text{S}_2 + \text{CS}_2 \rightarrow$   
 $\text{CS}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$   
 $\text{C} + \text{N}_2 =$   
 $\text{HgCl}_2 + \text{Hg}(\text{CN})_2 =$   
 $\text{CuSO}_4 + \text{KCN} =$   
 $\text{AgCN} \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{Hg}(\text{SCN})_2 \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{HCN} + \text{O}_2 \rightarrow$   
 $\text{CO} + \text{NH}_3 \dots$   
 $\text{MnCl}_2 + \text{KCN} \rightarrow$   
 $\text{CrCl}_3 + \text{KCN} =$   
 $\text{CH}_4 + \text{NH}_3 + \text{O}_2 =$   
 $\text{CaCN}_2 + \text{C} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{C} + \text{NH}_3 =$   
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO} + \text{NH}_3 =$   
 $\text{NaNH}_2 + \text{C} =$   
 $(\text{CN})_2 + \text{KOH} =$   
 $\text{CO}(\text{NH}_2) + \text{KClO} + \text{KOH} =$   
 $\text{Ag}(\text{NCO})_2 + \text{I}_2 =$   
 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 $\text{HCOOK} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{KCr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{KCN} + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2 \rightarrow$

$\text{NH}_3 + \text{CS}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$   
 $\text{CaCO}_3 + \text{C} + \text{N}_2 \rightarrow$   
 $\text{CaCN}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{AgCN} + \text{I}_2 =$   
 $\text{C} + \text{F}_2 =$   
 $(\text{SCN})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNCS} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$   
 $\text{HNCS} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{HNC} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$   
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 $\text{NH}_3 + \text{CS}_2 = \text{NH}_4\text{SCN} + \dots$   
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] + \text{OH} + \text{NaOH} =$   
 $\text{Ag}(\text{SCN}) + \text{Br}_2 =$   
 $\text{Be}_2\text{C} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Mn}_3\text{C} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{CaCO}_3 + \text{C} =$   
 $\text{Na} + \text{C} =$   
 $\text{CO}_2 + \text{Mg} =$   
 $\text{CaO} + \text{C} =$   
 $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{CS}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} =$   
 $\text{Si} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{SiO}_2 + \text{Mg} =$   
 $\text{Si} + \text{N}_2 =$   
 $\text{Si} + \text{Cl}_2 =$   
 $\text{Mg S} =$   
 $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) =$   
 $\text{MgSi} + \text{NH}_4\text{Br} =$   
 $\text{SiO} + \text{NaOH} =$   
 $\text{SiCl}_4 + \text{LiAlH}_4 = \text{SiH}_4 + \dots$   
 $\text{CaSi} + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{л.об.д.}) = (\text{SiH}_2)_n + \dots$   
 $\text{SiO}_2 + \text{HF} =$   
 $\text{SiHBr}_3 + \text{Mg} = (\text{SiH}_2)_n + \dots$   
 $\text{SiH}_3\text{I} + \text{Na} = \text{Si}_2\text{H}_6 + \dots$   
 $\text{SiH}_4 + \text{O}_2 =$   
 $\text{SiH}_4 + \text{HCl} = \text{SiH}_3\text{Cl} + \dots$   
 $\text{SiH}_4 + \text{NH}_3 = \text{Si}(\text{NH}_2)_4 + \dots$   
 $\text{SiH}_4 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{SiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 =$   
 $\text{SiH}_4 + \text{Cl}_2 =$   
 $\text{SiS}_2 + \text{NaOH} =$   
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{HNO}_3 =$   
 $\text{SiH}_6 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{HCl} =$   
 $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Si} + \text{HF} \xrightarrow{t}$   
 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t}$   
 $\text{SiO}_2 + \text{HF} \rightarrow$   
 $\text{Ge} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 =$   
 $\text{Ge} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} =$

$\text{Ge} + \text{NaOH} + \text{NaClO}_3$   
 $\text{GeS}_2 + \text{K}_2\text{S} =$   
 $\text{Mg}_2\text{Ge} + \text{NH}_4\text{Br} =$   
 $\text{GeH}_4 + \text{AgNO}_3 = \text{Ag}_4\text{Ge} + \dots$   
 $\text{GeH}_4 + \text{NA} \xrightarrow{\text{NH}_3(P)} \text{NaGeH}_3 + \dots$   
 $\text{CaGe} + \text{HCl} = (\text{GeH}_2)_n + \dots$   
 $(\text{GeH}_2)_n \xrightarrow{t^\circ} (\text{GeH}_2)_n + \dots$   
 $\text{GeCl}_2 + \text{HCl} \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{GeCl}_4 + \text{SO}_3 \rightarrow$   
 $\text{GeS}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{GeO}_2 + \dots \text{Sn}$   
 $\text{SnO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{SnO} \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{NaOH} + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow$   
 $\text{SnCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow$   
 $\text{Sn} + \text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_2\text{SnS}_3 + \dots$   
 $\text{Sn} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Sn} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) =$   
 $\text{Sn} + \text{HNO}_3(\text{разб.}) =$   
 $\text{Sn} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} =$   
 $\text{Sn} + \text{HCl} =$   
 $\text{NaSnO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} =$   
 $\text{NaSn}(\text{OH})_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{NaSn}(\text{OH})_4 + \text{BiCl}_3 + \text{NaOH} =$   
 $\text{SnCl}_4 + \text{CrCl}_2 =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{HCl} =$   
 $\text{H}_2\text{SnCl}_6 + \text{H}_2\text{S} =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{KClO}_3 + \text{HCl} =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{NH}_2\text{OH} + \text{NaOH} =$   
 $\text{SnCl}_2\text{HgCl}_2 =$   
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} =$   
 $\text{SnCl}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaOH} =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{KNO}_2 + \text{HCl} =$   
 $\text{K}_2\text{SnCl}_6 + \text{KOH} =$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 =$   
 $\text{SnS}_2 + \text{K}_2\text{S}_2 =$   
 $\text{K}_2\text{SnS}_3 + \text{HCl} =$   
 $\text{SnCl}_4 + \text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow$   
 $\text{SnCl}_2 + \text{Pb} \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{SnSO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$   
 $\text{SnS}_2 + \text{HCl}(\text{конц.}) \rightarrow$   
 $\text{SnCl}_4 + \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{Pb} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$   
 $\text{Pb} + \text{HNO}_3 =$   
 $\text{Pb} + \text{HCl} =$



70. При прожарюванні крейди, масова частка кальцій карбонату в якій становить 95%, одержали 28 т паленого вапна. Яку масу крейди використали? (Відповідь: 52,6 т)
71. Визначте масу хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10%, яка витратиться на добування 13,44 л карбон діоксиду з кальцій карбонату. (Відповідь: 438 г)
72. Розрахуйте масу та об'єм чадного газу, при окисненні якого утвориться 134,4 л  $\text{CO}_2$ (н.у.). (Відповідь: 168 г)
73. Яку кількість речовини вуглекислого газу потрібно відновити коксом, щоб одержати  $0,76 \text{ м}^3$  карбон монооксиду (н.у.)? (Відповідь: 17 моль)
74. При термічному розкладі магній карбонату одержали газ, який пропустили крізь надлишок вапняної води і одержали 30 г осаду. Визначте масу солі, яку розклали. (Відповідь: 25,2 г)
75. При згорянні вугілля масою 2 г одержали газ, який пропустили крізь надлишок баритової води. Утворилось 19,7 г осаду. Визначте масову частку (%) Карбону у вугіллі. (Відповідь: 60%)
76. Який об'єм вуглекислого газу виділиться при взаємодії 12 г магній карбонату з 200 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%? (Відповідь: 3,2 л)
77. Крізь надлишок вапняної води пропустили 30 л (н.у.) карбон діоксиду. Одержаний осад відокремили і прожарили при температурі  $1000^\circ\text{C}$ . Визначте масу твердого залишку. (Відповідь: 75 г  $\text{CaO}$ )
78. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання 200 кг коксу з масовою часткою Карбону 90%? (Відповідь:  $1600 \text{ м}^3$ )
79. Суміш об'ємом 500 мл, що містить чадний газ та карбон діоксид, пропустили крізь надлишок баритової води. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 50 мл. Визначте об'ємну частку чадного газу у вихідній суміші. (%). Виміри проводились за нормальних умов. (Відповідь: 90%)
80. На окиснення 180 л суміші  $\text{CO}$  та  $\text{CO}_2$  використали 266,7 л повітря (н.у.). Визначте масу чадного газу у вихідній суміші. (Відповідь: 140 г)
81. При пропусканні газової суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду крізь вапняну воду одержали 20 г осаду, а на спалювання такої ж маси вихідної суміші витратили 88,9 л повітря, виміряного за нормальних умов. Визначте об'єм вихідної суміші газів. (Відповідь: 41,8 л)

82. При пропусканні 400 л повітря (н.у.) крізь розчин кальцій гідроксиду одержали 2,5 г осаду. Розрахуйте об'ємну частку (%) карбон діоксиду в повітрі. (Відповідь: 0,14%)
83. Визначте масу кристалічної соди, яку потрібно використати для нейтралізації хлоридної кислоти масою 200 г з масовою часткою хлороводню 20%. (Відповідь: 156,7 г)
84. Який об'єм повітря піде на спалювання 10 м<sup>3</sup> водяного газу, що має склад: 49% Н<sub>2</sub>, 44% СО, 4% N<sub>2</sub>, 3% СO<sub>2</sub>? Умови нормальні. (Відповідь: 22,14 м<sup>3</sup>)
85. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) виділиться при повному термічному розкладі калій гідрогенкарбонату масою 12 г? (Відповідь: 1,344 л)
86. Суміш натрій карбонату з питною содою масою 50 г піддали термічному розкладу. При цьому виділилось 5,6 л СO<sub>2</sub> (н.у.). Визначте масову частку натрій карбонату (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 16%)
87. Еквімолярну суміш вуглецю та сірки масою 8,8 г окиснили киснем. Розрахуйте об'єм кисню (н.у.), що витратився. (Відповідь: 8,96 л)
88. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) утвориться при дії надлишку нітратної кислоти на кальцій гідрогенкарбонат масою 32,4 г? (Відповідь: 8,96 л)
89. При термічному розкладі 300 г вапняку, що містить 10% некарбонатних домішок, утворилось 186,84 г твердого залишку. Визначте ступінь розкладання кальцій карбонату (%) і масовий склад твердого залишку. (Відповідь: 95%; 144,02 г СаО, 12,82 г СаСО<sub>3</sub>, 30 г домішок)
90. Для повного розчинення суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58 г використали 720 мл хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2,5 моль/л. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші. Який об'єм газу (н.у.) при цьому виділився? (Відповідь: 27,6% MgO, 72,4% MgCO<sub>3</sub>; 11,2 л)
91. При пропусканні 12 л (н.у.) крізь розчин калій гідроксиду газової суміші, що містить карбон діоксид та азот, одержали 4,14 г калій карбонату та 12 г калій гідрогенкарбонату. Обчисліть об'ємну частку карбон діоксиду (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 28%)
92. При неповному термічному розкладі кальцій карбонату масою 140 г одержали 110 г твердого залишку. Розрахуйте: а) ступінь розкладання солі (%); б) масовий склад утвореної суміші речовин. (Відповідь: а) 48,7%; б) 38,2 г СаО, 71,8 г СаСО<sub>3</sub>)
93. При взаємодії 65,4 г суміші натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату зі стехіометричною кількістю хлороводню, яка містилась в розчині з масовою часткою НС1 20% ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ), виділилось 15680 мл газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші. Який об'єм хлоридної кислоти витратили на реакцію? (Відповідь: 31,8 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 33,6 г NaHCO<sub>3</sub>; 166 мл)
94. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 20% необхідно використати для повного поглинання продукту спалювання 24 г вуглецю на повітрі? Розрахуйте масову частку (%) кислій солі, що утвориться в розчині. (Відповідь: 328 мл, 34,4%)
95. Крізь розчин кальцій гідроксиду із вмістом лугу 7,4 г пропустили 8 дм<sup>3</sup> (н.у.) газової суміші карбон діоксиду та азоту з об'ємною часткою карбон діоксиду 35%. Обчисліть маси сполук в одержаному розчині. (Відповідь: 7,5 г Са(НСO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 7,52 г СаСО<sub>3</sub>)
96. Який об'єм повітря витратиться на спалювання 150 л (н.у.) суміші карбон монооксиду та азоту, кількості речовин яких відносяться як 1:3? (Відповідь: 89,3 л)
97. При повному термічному розкладі магній карбонату одержали 86 л (н.у.) карбон діоксиду. Вихід продукту становив 80%. Визначте масу солі, яку піддали термолізу. (Відповідь: 403 г)
98. При відновленні карбон діоксиду об'ємом 11,2 л (н.у.) коксом масою 20 г одержали газ, вихід якого склав 75% від теоретичного за об'ємом. Визначте об'єм одержаного карбон монооксиду (н.у.). (Відповідь: 16,8 л)



99. Еквімолярну суміш метану та карбон діоксиду піддали конверсії. Об'єм утвореної при цьому суміші збільшився в 1,8 разу. Визначте ступінь конверсії метану (%). (Відповідь: 80%)
100. Який об'єм суміші озону і кисню з густиною за воднем 18,3 необхідно використати для спалювання 250 л (н.у.) суміші карбон діоксиду та карбон монооксиду, що має густину за повітрям 1,2? (Відповідь: 62,8 л)
101. Після приведення до умов реакції суміші чадного газу та кисню об'єм утвореної суміші склав  $\frac{4}{5}$  об'єму вихідної суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%), вважаючи, що чадний газ був у суміші в недостатці. (Відповідь: 40% CO, 60% O<sub>2</sub>)
102. Над розжареним до 1000°C вуглецем пропустили 10 л суміші карбон діоксиду та аргону. Об'єм утвореної суміші склав 16 л. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші. (Відповідь: 6 л CO<sub>2</sub>, 4 л Ar)
103. При дії надлишку хлоридної кислоти на суміш, що містить однакові маси натрій карбонату та барій карбонату, виділилось 2,24 л газу (н.у.). Визначте масу осаду, що утвориться при дії на одержаний розчин надлишком розчину натрій сульфату. (Відповідь: 8,16 г)
104. Розрахуйте густину за воднем суміші, що містить азот, кисень та карбон діоксид, об'ємні частки яких у суміші становлять відповідно 20%, 45% та 35%. Який об'єм цієї суміші необхідно використати для переведення калій гідроксиду масою 16,8 г у калій гідрогенкарбонат? (Відповідь: 17,7; 19,2 л)
105. Суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 43,8 г нагрівали до тих пір, поки не припинилось зменшення маси суміші. Маса охолодженого твердого залишку дорівнює 41,1 г. Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 16,7% NaHCO<sub>3</sub>, 83,3% NaCO<sub>3</sub>)
106. При прожарюванні суміші магній карбонату та цинк карбонату масою 5,45 г одержали газ об'ємом 1,344 л (н.у.). Визначте відношення кількостей речовин компонентів вихідної суміші. (Відповідь: 5:1)
107. До розчину натрій гідроксиду масою 400 г добавили 163 г розчину сульфатної кислоти (W = 40%). Для нейтралізації одержаного розчину використали 47 г натрій карбонат декагідрату. Визначте масову частку луку (%) у вихідному розчині. (Відповідь: 10%)
108. Як повинні відноситись кількості речовин цинк карбонату та магній карбонату в суміші, щоб після прожарювання маса одержаного твердого залишку становила 56,18% від маси вихідної суміші? (Відповідь: 2:3)
109. При повному розкладі деякої кількості речовини гідрогенкарбонату невідомого металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, виділилось 1,344 л газу (н.у.), який викликає помутніння вапняної води, і утворилось 2,43 г твердого залишку. Визначте невідомий метал. (Відповідь: Zn)