

Практичне заняття. 5.

Тема. Елементи IIIA групи Періодичної системи.

Мета. Розглянути електронну будову атомів хімічних елементів IIIA 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.

Третя група Періодичної системи елементів складається з двох підгруп: А-підгрупи – Бор, Алюміній, Галій, Індій, Талій, і В-підгрупи – Скандій, Ітрій, Лантан, Актиній. IIIA група містить неметали та метали. Елементи В-підгрупи III групи є металами. Важливість знань про ці елементи для хіміка зумовлена їх практичною значущістю, а також тих матеріалів, що виготовляються з їх сполук.

План.

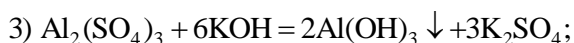
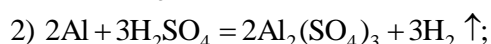
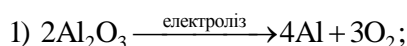
1. Загальна характеристика хімічних елементів.
2. Бор.
3. Алюміній.
4. Підгрупа Галію: Галій, Індій, Талій.

Зміст лекції.

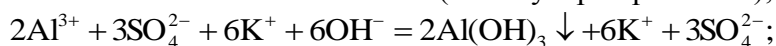
Приклади розв'язання типових завдань

Приклад 1. Складіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: алюміній оксид $\xrightarrow{1}$ алюміній $\xrightarrow{2}$ алюміній сульфат $\xrightarrow{3}$ алюміній гідроксид $\xrightarrow{4}$ натрій гексагідроксоалюмінат. Рівняння реакцій йонного обміну напишіть в молекулярному та йонно-молекулярному вигляді.

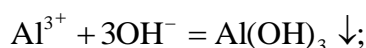
Розв'язання:



(молекулярне рівняння);



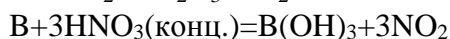
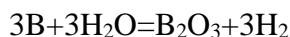
(повне йонне рівняння);

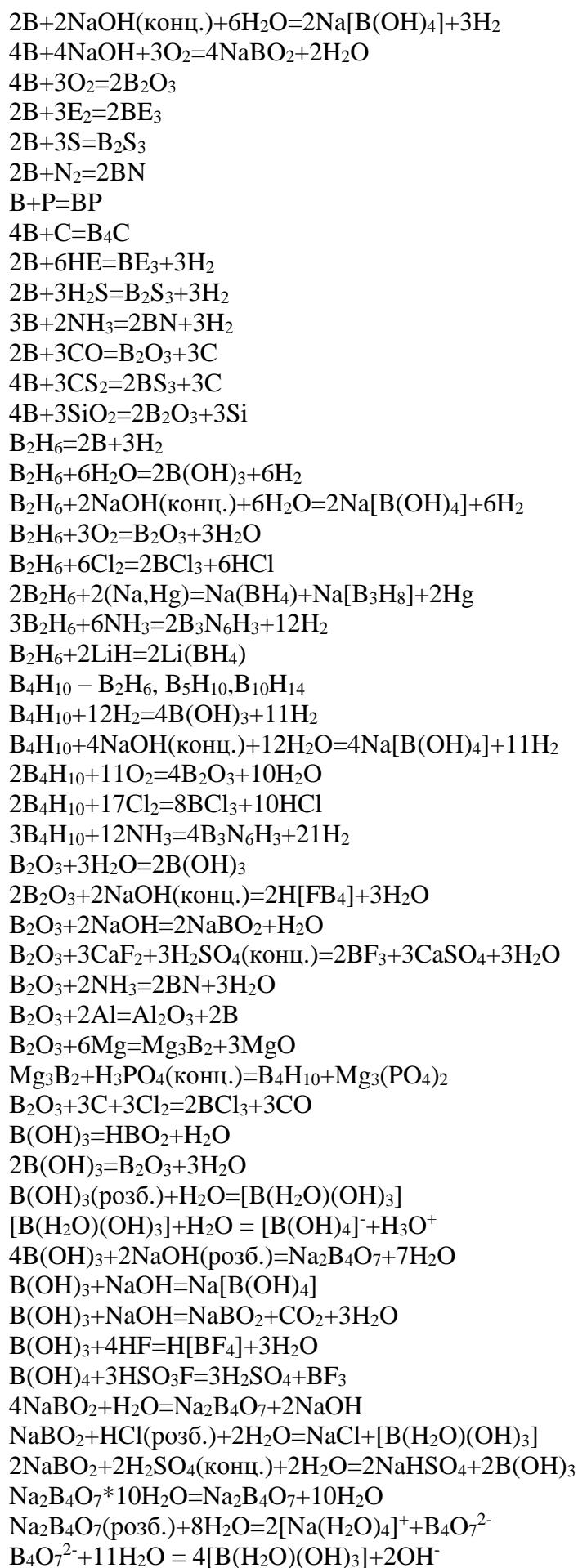


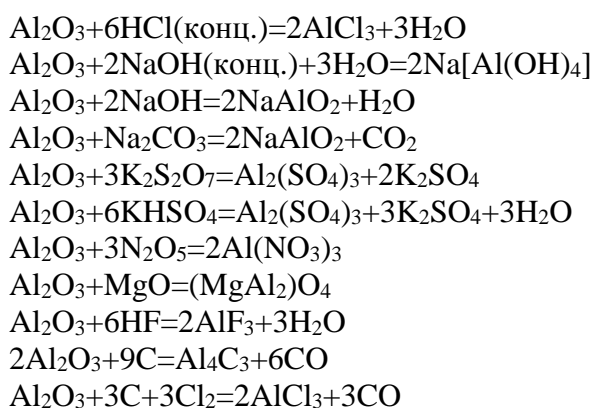
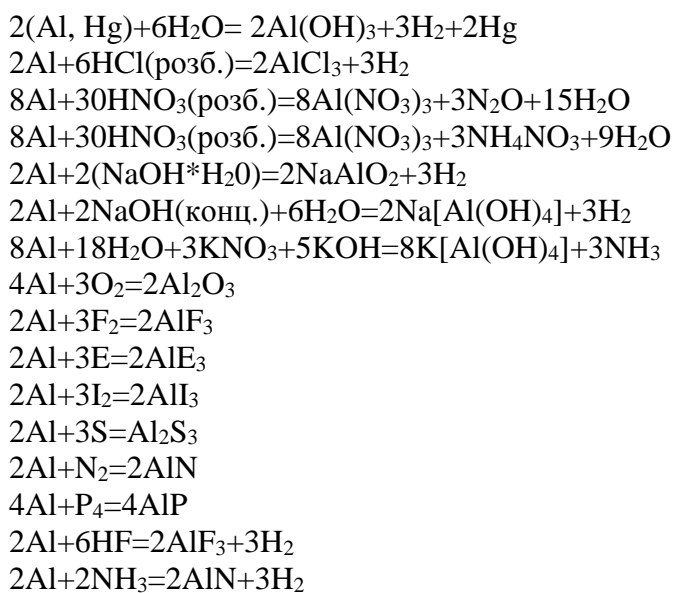
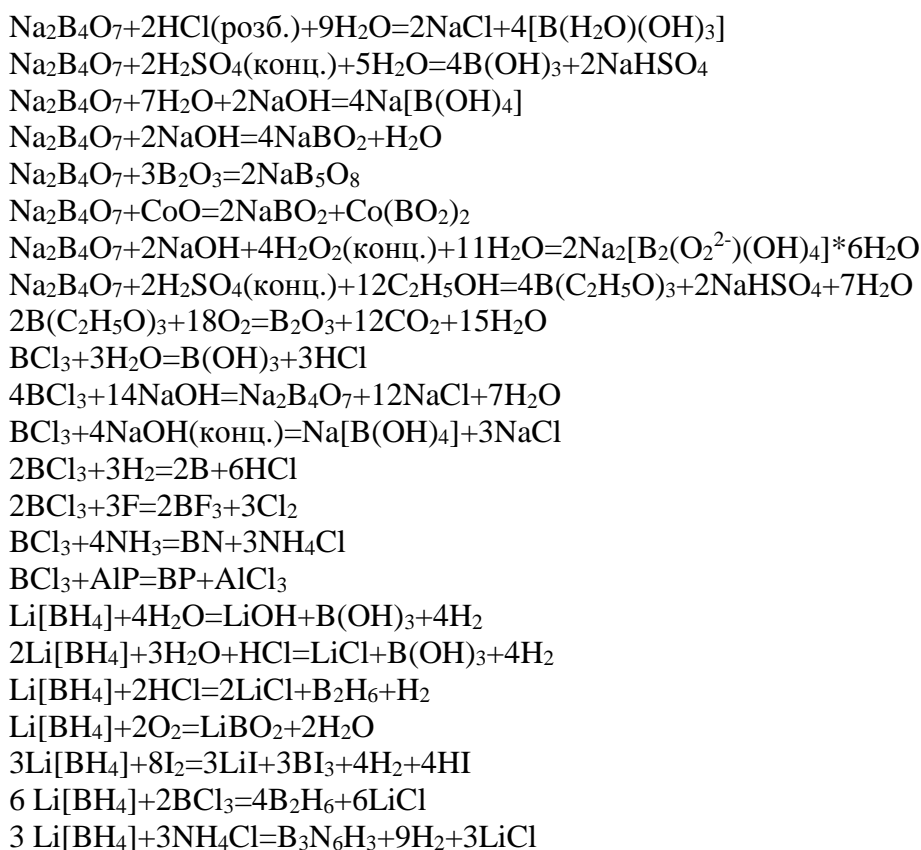
(скорочене йонне рівняння);

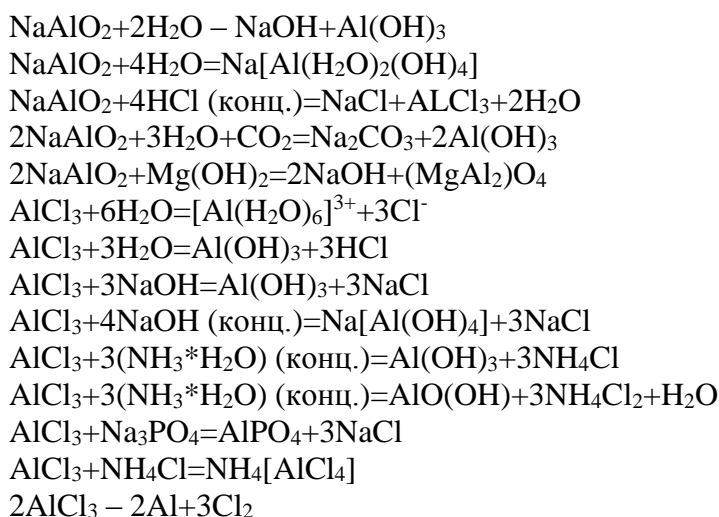
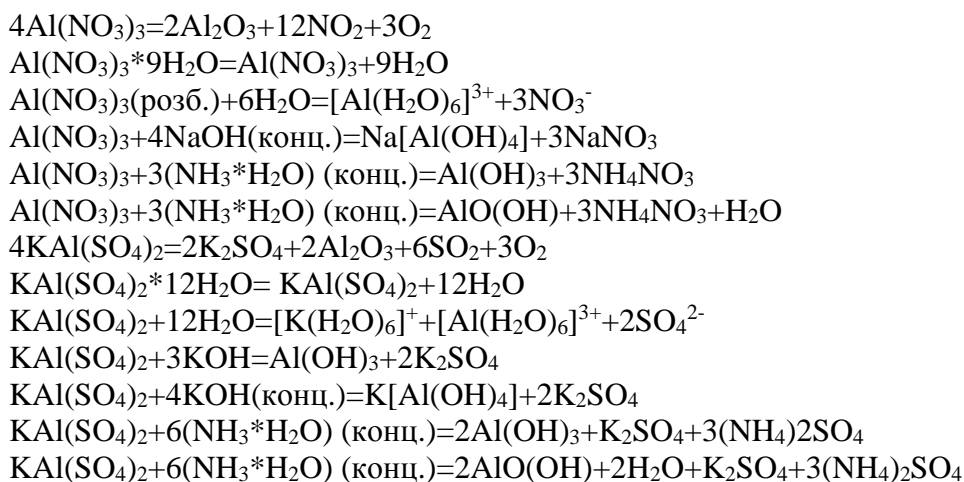
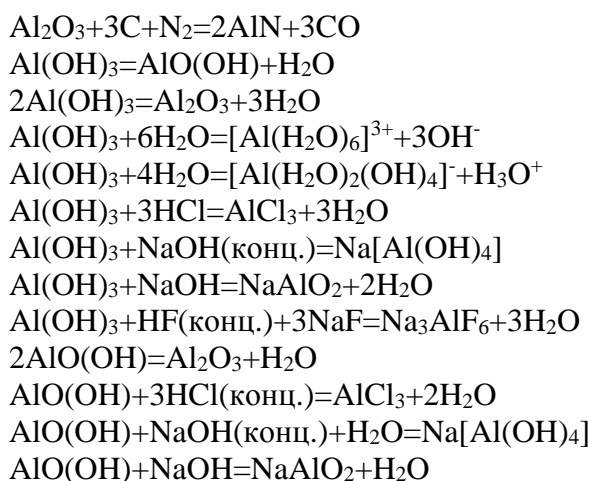


Найважливіші хімічні властивості елементів IIIA групи









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. До якого типу простих речовин відносяться бор, алюміній, галій, індій?
2. Використовуючи результати дослідів і довідкові дані, порівняйте відновні властивості простих речовин 3A групи в кислотному, лужному і нейтральному середовищі.
3. Чому для безпосередньої взаємодії алюмінію з водою вимається попередня обробка його поверхні?
4. Як змінюється металічність простих речовин в ряду бор - алюміній - галій - індій - талій? Охарактеризуйте стійкість ступенів окислення цих елементів у сполуках.
5. На які особливості будови гідроксиду бору вказує його здатність утворювати складний ефір?
6. До якого типу гідроксидів відносяться гідроксиди алюмінію (III), галію (III), індію (III), талію (III) і талію (I)?
7. Як змінюються кислотно-основні властивості гідроксидів в ряду елементів 3A групи від бору до талію?
8. Які протолітичні властивості аквакатиону алюмінію, галію, індію?
9. Які протолітичні властивості тетраборат-іона?
10. В якому середовищі стійкий гідросокомплекс алюмінію?
11. Охарактеризуйте окисно-відновні властивості талію в ступенях окислення + 1 і + 3.
12. Поясніть відмінність властивостей Бору від властивостей інших елементів 3A групи.
13. Напишіть способи переведення оксиду алюмінію в розчинний стан.
14. Які продукти реакції утворюються під час гідролізу хлориду алюмінію?
15. Запропонуйте способи ідентифікації похідних бору й алюмінію.
16. Чому сульфід алюмінію не можна виділити по обмінній реакції з водного розчину?
17. Як протікає гідроліз бінарних сполук алюмінію, наприклад, нітриду алюмінію, трикарбиду тетраалюмінію і фосфіду алюмінію?
18. Які продукти реакції трихлориду бору з водою?
19. Як взаємодіє з водою трифторид бору?
20. Які продукти взаємодії гідроксиду бору у водному середовищі: а) з надлишком гідроксиду натрію; б) з карбонатом натрію? Напишіть рівняння реакцій.
21. Які продукти взаємодії тетраборату натрію у водному розчині: а) з надлишком гідроксиду натрію; б) з розбавленою сірчаною кислотою?
22. Яку властивість тетраборату натрію дозволяє використовувати його для пом'якшення води (у складі миючих засобів і пральних порошків)?
23. Проілюструйте рівняннями відповідних реакцій амфотерні властивості алюмінію.
24. Порівняйте значення рН 0,02 М розчину сульфату алюмінію і 0,03 М розчину хлориду алюмінію.
25. Запишіть рівняння реакції взаємодії алюмінію з водою в присутності: а) хлориду амонію; б) ортофосфату натрію.
26. Чим обумовлена можливість димеризації трихлориду алюмінію?
27. Використовуючи метод молекулярних орбіталей, поясніть будова молекули диборану.
28. Охарактеризуйте окислювальні властивості сполук талію (III).
29. Чим обумовлена стійкість сполук талію (I)?
30. Запишіть рівняння реакції взаємодії алюмінію з концентрованим водним розчином карбонату калію.
31. Опишіть властивості гідридних комплексів алюмінію, вкажіть області їх застосування. Як ці сполуки взаємодіють з водою?
32. Запишіть рівняння реакцій тетрагідроксоалюмінату натрію у водному розчині: а) з хлоридом амонію; б) з діоксидом вуглецю; в) з надлишком розведеної сульфатної кислоти.

33. Використовуючи довідкові дані, порівняйте кислотні властивості аквакатіонів алюмінію (III), галію (III), індію (III).
34. Використовуючи довідкові дані, порівняйте розчинність у воді і основні властивості гідроксидів алюмінію, галію, індію, талію.
35. Опишіть схему промислового отримання алюмінію. Наведіть рівняння реакцій.
36. Які способи використовуються для одержання бору в промисловості і в лабораторії?
37. Охарактеризуйте основні властивості і запропонуйте способи отримання гідроксиду талію (I).
38. Запропонуйте способи одержання сульфідів і ціанідів алюмінію.
39. Запишіть рівняння реакцій взаємодії диборану: а) з водою; б) з киснем повітря. Як протікає термічний розклад диборану? Запишіть рівняння реакції.
40. Порівняйте реакційну здатність аморфного і кристалічного бору.
41. У чому полягають особливості бору як елемента 3А групи Періодичної таблиці? У чому унікальність цього елемента (і простої речовини) в Періодичній системі?
42. Чому для бору не характерні сполуки, в яких він був би одновалентним?
43. Чому дорівнює основність ортоборатної кислоти у водних розчинах?
44. Що є причиною збільшення кислотності борної кислоти із збільшенням її концентрації?
45. Наведіть приклади сполук, утворених атомами бору за рахунок: а) тільки валентних електронів; б) всіх валентних орбіталей. Які з них будуть координаційно насиченими? Вкажіть для того і іншого випадку координаційне число атома бору, тип гібридизації його орбіталей.
46. За рахунок чого молекула BF_3 може приєднувати до себе інші молекули або іони, наприклад молекули води і аміаку, фторид-аніонів? Чому неможливе приєднання таких молекул, як CH_4 ?
47. Чим обумовлена висока схильність галогенідів бору до гідролізу? В чому полягає відмінність між гідролізом фториду бору та інших галогенідів?
48. Яку функцію виконують галогеніди бору з точки зору теорії кислот і основ Льюїса?
49. Чому в звичайних умовах не існує проста сполука BH_3 , а утворюється димер B_2H_6 ? На прикладі цієї сполуки покажіть, що гідриди бору відрізняються дефіцитом електронів. Як взаємодіє бор з водою? Які властивості цих сполук дають можливість використовувати їх в якості ракетного палива?
50. Зіставте поширеність в природі елементів 3А групи. Що відрізняє в цьому відношенні алюміній?
51. Які основні форми природних сполук алюмінію? Як Ви думаєте, чому алюміній не утворює сульфідних мінералів, хоча для елементів підгрупи галію вони відомі і найбільш типові? Які висновки можна зробити з цього факту?
52. Які загальні висновки про хімію алюмінію можна зробити з факту існування в природі мінералу кріоліту?
53. Чому для осадження гідроксиду алюмінію використовують не луг, а розчин аміаку?
54. Які координаційні числа алюмінію в його комплексних галогенідах? Чим можна пояснити відмінності в будові і стійкості цих сполук? Яка просторово-геометрична будова цих комплексів та тип гібридизації центрального атома?
55. Що можна сказати про кислотно-основні властивості гідроксиду алюмінію?
56. При переході від алюмінію до галію порушується загальна закономірність посилення металічності у властивостях елементів головних підгруп із збільшенням їх порядкового номера. У чому це виражається і що є причиною цього явища?
57. Яка закономірність у зміні ступенів окислення в сполуках елементів підгрупи галію і з чим це пов'язано?
58. Як протікають реакції взаємодії галогенідів Ga, In, Tl з водою?
59. Якими властивостями володіє ТІОН?

60. Якими властивостями володіють моногалогеніди талію? Як і чому змінюється їх забарвлення (від фториду до йодиду)?
61. Напишіть рівняння хімічних реакцій
- $$\text{V}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3 =$$
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{Co}(\text{NO}_3)_2 =$$
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{HNO}_3 =$$
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{MnSO}_4 =$$
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} =$$
- $$\text{B} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} =$$
- $$\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} =$$
- $$\text{B} + \text{S} \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{N}_2 \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{O}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{O}_3 + \text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow$$
- $$\text{BF}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$$
- $$\text{KBF}_4 + \text{Na} =$$
- $$\text{B} + \text{Cl}_2 \rightarrow$$
- $$\text{LiH} + \text{B}_2\text{H}_6 =$$
- $$\text{B}_4\text{H}_{10} + \text{HCl} = \text{B}_4\text{H}_9\text{Cl} + \dots$$
- $$\text{B}_2\text{H}_6 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4[\text{H}_3\text{BNH}_2\text{BH}_3]$$
- $$\text{BF}_3 + \text{NaH} = \text{Na}[\text{BH}_4] + \dots$$
- $$\text{V}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow$$
- $$\text{V}_2\text{H}_6 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{V}_4\text{H}_{10} + \text{LiH} \rightarrow$$
- $$\text{BF}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$$
- $$\text{BF}_3 + \text{KF} \rightarrow$$
- $$\text{V}_4\text{H}_{10} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{Al} + \text{C} =$$
- $$\text{Al} + \text{HCl} =$$
- $$\text{Fe}_2\text{O}_4 + \text{Al} =$$
- $$\text{Al} + \text{S} =$$
- $$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 =$$
- $$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} =$$
- $$\text{KAlO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{AlCl}_3 + \text{NaOH}(\text{надлиш.}) =$$
- $$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} =$$
- $$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 =$$
- $$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$$
- $$\text{Li}[\text{BH}_4] + \text{AlCl}_3 =$$
- $$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} =$$
- $$\text{LiH} + \text{AlCl}_3 =$$
- $$\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4 =$$
- $$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HClO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{SiCl}_3 + \text{LiAlH}_4 \rightarrow$$
- $$\text{Ca}(\text{AlH}_4)_2 + \text{AlCl}_3 \rightarrow$$
- $$\text{KNO}_3 + \text{Al} + \text{KOH} \rightarrow$$
- $$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{N}_2 \rightarrow$$
- $$\text{AlN} + \text{Li}_3\text{N} \rightarrow$$

$\text{Al} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Al} + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{AlCl}_3 + \text{C}_5\text{H}_5\text{N} \rightarrow$
 $\text{Ga} + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Ga} + \text{HNO}_3(30\% \text{ р-н}) \rightarrow \text{H}_2 + \dots$
 $\text{GaCl} + \text{LiH} \rightarrow$
 $\text{Ga} + \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Ga}(\text{ClO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{K}[\text{Ga}(\text{OHO}_4)] + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$
 $\text{In} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{In} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{In} + \text{HClO}_4 \rightarrow$
 $\text{In}(\text{NO}_3)_3 + \text{KF} \rightarrow$
 $\text{Tl}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} + \text{Br}_2 \rightarrow$
 $\text{TlCl} + \text{NaOCl} \rightarrow$
 $\text{Tl} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Tl} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{Tl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{TlNO}_3^+ \rightarrow$
 $\text{Tl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3 + \text{KB}_2 \rightarrow$
 $\text{Tl}(\text{ClO}_4)_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
 $\text{Tl}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{TlCl} + \text{TlCl}_3 \rightarrow$

Задачі для самостійного розв'язування

1. Визначте відносну атомну масу Бору, якщо відомо, що молярна частка ізоотопу ^{10}B становить 19,6%, а ізоотопу ^{11}B - 80,4%. (Відповідь: 10,8%)
2. Яка маса нітриду алюмінію необхідна для отримання 3 л амоніаку (н.у.)? (Відповідь: 5,49 г)
3. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на згоряння порошку алюмінію масою 16,2 кг? (Відповідь: 48 м³)
4. При взаємодії алюмінію кількістю речовини 0,75 моль з невідомим галогеном одержали 200,25 г алюміній галогеніду. Який галоген використали? (Відповідь: Br₂)
5. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок водного розчину лугу. Виділилось 1,008 л (н.у.) водню. Визначте масову частку алюмінію (%) в суміші. (Відповідь: 4,05%)
6. Яку масу заліза одержали при алюмінотермічному відновленні 69,6 кг залізної окалини, якщо втрати продукту становили 10%? (Відповідь: 45,4 кг)
7. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при розчиненні суміші алюмінію та міді масою 13,5 г у водному розчині лугу? Масова частка міді в суміші становить 20%. (Відповідь: 13,4 л)
8. Визначте масу алюмінію, яку необхідно використати для заміщення всього Аргентуму в аргентум нітраті, що міститься в розчині масою 212,5 г з масовою часткою солі 20%. (Відповідь: 2,25 г)

9. Для одержання марганцю шляхом алюмінотермії змішали 21,6 кг алюмінію та 53,07 кг манган діоксиду. Визначте масовий склад твердого залишку після прожарювання вихідної суміші. (Відповідь: 40,8 кг Al_2O_3 , 33 кг Mn. 0.87 кг MnO_2)
10. Розрахуйте масу солі, яку можна одержати сплавленням алюміній оксиду масою 30,6 г та калій гідроксиду масою 28 г. (Відповідь: 49 г KAlO_2)
11. При розчиненні 1,8 г технічного алюмінію в розбавленій сульфатній кислоті одержали 2016 мл водню (н.у.). Обчисліть масову частку домішок (%) в технічному алюмінії. (Відповідь: 10%)
12. Який об'єм хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2 моль/л необхідно використати для розчинення 62,4 г алюміній гідроксиду? (Відповідь: 1,2 л)
13. Яку масу алюмінію можна одержати з 2,5 т глинозему, масова частка алюміній оксиду в якому становить 90%? (Відповідь: 1,2 т)
14. Розрахуйте масову частку HCl (%) в хлоридній кислоті масою 400 г, якщо в ньому можна розчинити 0,2 моль алюмінію. (Відповідь: 5,5%)
15. Яку масу розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для осадження алюміній гідроксиду з розчину алюміній хлориду масою 400 г з масовою часткою солі 20%? (Відповідь: 240 г)
16. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ($\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$) витратиться на розчинення суміші алюмінію та цинку масою 31,4 г? Масова частка алюмінію в суміші 17,2%. (Відповідь: 361 мл)
17. При алюмінотермічному відновленні 128 г ферум (III) оксиду одержали 68 г заліза. Яка масова частка (%) виходу металу? (Відповідь: 75,9%)
18. Визначте масову частку (%) алюмінію, що міститься в суміші з міддю, якщо при дії на 120 г цієї суміші надлишком хлоридної кислоти виділилось 16,8 л водню (н.у.). (Відповідь: 11,25%)
19. Гідроксид невідомого металу масою 15,6 г прожарили до постійної маси. Утворилось 10,2 г оксиду металу з валентністю III. Визначте формулу гідроксиду. (Відповідь: $\text{Al}(\text{OH})_3$)
20. Алюміній масою 9,45 г сплавили зі стехіометричною кількістю речовини сірки. Продукт реакції розчинили у воді. Визначте масу одержаного при цьому осаду. (Відповідь: 27,3 г $\text{Al}(\text{OH})_3$)
21. На суміш алюмінію та міді масою 12 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ, який повністю використали на відновлення хром (III) оксиду масою 15,2 г. Обчисліть масову частку (%) алюмінію у вихідній суміші. (Відповідь: 45%)
22. На суміш алюмінію та магнію масою 10,2 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Одержали 11,2 л газу (н.у.). Визначте масові частки металів (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 47,1% Mg, 52,9% Al)
23. На суміш алюмінію та міді масою 47,2 г подіяли надлишком розчину лугу. Твердий залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. При цьому виділилось 0,8 моль газу. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 45,8%)
24. Суміш цинку та алюмінію масою 25 г розчинили в розчині сульфатної кислоти ($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$, $W = 10\%$). Маса металів відносились відповідно як 1:4. Який об'єм розчину кислоти витратили на розчинення вихідної суміші? (Відповідь: 1088 мл)
25. При взаємодії 6,75 г металу, що належить до IIIA групи Періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при гідролізі якого одержали газ, який піддали каталітичному окисненню киснем. Утворився інший газ об'ємом 5,6 л (н.у.). Визначте метал. (Відповідь: алюміній)
26. Вміст води у кристалогідраті алюміній хлориду становить 44,72%. Визначте, яку масу кристалогідрату потрібно використати для добування 25 г алюміній оксиду. (Відповідь: 118,4 г $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)

27. Сплавили суміш масою 51,8 г, що містить алюміній оксид і надлишок соди. При цьому одержали 43 г сплаву. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші. (Відповідь: 39,4% Al_2O_3 , 60,6% Na_2CO_3)
28. В якій масі бокситу міститься стільки ж Алюмінію, скільки його є в 0,5 т криоліту? Масова частка домішок у бокситі становить 20%? (Відповідь: 179 кг)
29. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при дії розбавленої сульфатної кислоти на суміш алюмінію та купрум (II) оксиду, якщо для вилучення всього алюмінію з такої ж суміші витратили 500 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 16%? (Відповідь: 48 л)
30. Визначте, яку масу технічного алюмінію, що містить 97% алюмінію, потрібно використати для відновлення Мангану з 5 кг піролюзиту, масова частка манган діоксиду в якому становить 80%. (Відповідь: 1,7 кг)
31. Кристалогідрат складу $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ масою 118,5 г розчинили в 600 мл води. До одержаного розчину долили 269,06 cm^3 розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,115 \text{ г/см}^3$, $W = 10\%$). Які речовини будуть міститися в одержаному розчині і які їхні маси? (Відповідь: 53,25 г Na_2SO_4 , 21,75 г K_2SO_4)
32. При розчиненні стопу алюмінію та міді масою 3,81 г в надлишку концентрованого розчину натрій гідроксиду виділилось 2016 мл газу (н.у.). Обчисліть об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 88% ($\rho = 1,478 \text{ г/мл}$), який витратиться на реакцію з вихідним стопом такої ж маси. (Відповідь: 6,63 мл)
33. До розчину алюміній нітрату масою 42,60 г з масовою часткою солі 20% додали 37,33 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 15%. Утворений осад відфільтрували та промили. Визначте його склад та масу. (Відповідь: 1,56 г $\text{Al}(\text{OH})_3$)
34. Яка маса заліза утвориться при алюмінотермічному відновленні 32 кг ферум (III) оксиду, якщо масова частка домішок в оксиді становить 5%, а виробничі втрати складають 10%. (Відповідь: 19,2 кг)
35. Для одержання марганцю шляхом алюмінотермії змішали 10,8 кг алюмінію та 30 кг манган діоксиду, що містить 8% домішок. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаному після сплавлення твердому залишку. (Відповідь: 50% Al_2O_3 , 40,4% Mn, 3,7% MnO_2 , 5,9% домішок)
36. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок розчину калій гідроксиду. Виділилось 11 л газу, виміряного при 25°C і тиску 1 атм. Обчисліть масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 40,5%)
37. При обробці суміші алюмінію та купрум (II) оксиду розчином натрій гідроксиду виділилось 1,68 л газу (н.у.). При дії на таку саму за складом і масою суміш концентрованою нітратною кислотою утворилось 18,8 г солі. Визначте масу вихідної суміші та масові частки речовин (%) у цій суміші. (Відповідь: 9,35 г; 85,6% CuO , 14,4% Al)
38. Алюміній, що містився у 100 мл розчину алюмокалієвого галуна, виділили у вигляді оксиду, маса якого становить 0,816 г. Визначте молярну концентрацію галуна у вихідному розчині. (Відповідь: 0,16 моль/л)
39. При сплавленні суміші масою 6,330 г, яка складається з алюміній оксиду і надлишку соди, одержали 6,000 г твердого залишку. Визначте: а) масовий склад вихідної суміші; б) масові частки (%) речовин у твердому залишку. (Відповідь: а) 0,765 г Al_2O_3 , 5,565 г Na_2CO_3 ; б) 79,5% Na_2CO_3 , 20,5% NaAlO_2)
40. Яку масу алюмінію можна одержати з 2 т глинозему, що містить 96% алюміній оксиду? Виробничі втрати у процесі добування оксиду становлять 20%. (Відповідь: 813,2 кг)
41. Який об'єм 1 М розчину натрій гідроксиду потрібно використати для реакції з алюміній сульфатом, що міститься у 20 cm^3 2 М розчину солі, щоб всі йони алюмінію осадити у вигляді гідроксиду? (Відповідь: 240 cm^3)

42. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$, $W = 15\%$) використали для реакції з алюміній хлоридом, що містився в $10,27 \text{ см}^3$ розчину з масовою часткою солі 5% ($\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$), якщо одержали натрій гексагідроксоалюмінат? (Відповідь: $5,52 \text{ мл}$)
43. При дії на суміш заліза, міді та алюмінію масою $19,5 \text{ г}$ надлишком розчину натрій гідроксиду одержали $10,08 \text{ л}$ газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші, якщо відомо, що при дії на масу суміші в 4 рази меншу надлишком хлоридної кислоти без доступу повітря виділиться $3,36 \text{ дм}^3$ газу (н.у.). (Відповідь: $8,4 \text{ г Fe}$, 3 г Cu , $8,1 \text{ г Al}$)
44. Наважку алюмінієвого пилу масою $17,82 \text{ г}$ повністю окиснили хлором. З одержаної солі приготували 600 мл розчину. Половину одержаного розчину використали на реакцію з розчином калій гідроксиду об'ємом 1240 мл із вмістом лугу $54,8 \text{ г/л}$. Обчисліть маси одержаних продуктів реакції. (Відповідь: $73,8 \text{ г KCl}$, $29,9 \text{ г K[Al(OH)}_4]$, $8,31 \text{ г Al(OH)}_3$)
45. Газову суміш, одержану при прожарюванні 70 г суміші алюміній нітрату, амоній карбонату та крейди, пропустили через посудину, в якій містився надлишок хлоридної кислоти. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на $8,96 \text{ л}$ (н.у.). Суміш газів, яка залишилась, пропустили крізь надлишок розчину кальцій гідроксиду. Утворилось 60 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші. (Відповідь: $57,14\% \text{ CaCO}_3$, $27,43\% \text{ (NH}_4)_2\text{CO}_3$, $15,43\% \text{ Al(NO}_3)_3$)
46. Яку масу цинк гідроксиду потрібно додати до алюміній гідроксиду масою $15,6 \text{ г}$, щоб при прожарюванні цієї суміші маса одержаного твердого залишку становила 80% від маси вихідних речовин? (Відповідь: 125 г)
47. При розчиненні 30 г кристалогідрату алюміній сульфату в 600 мл води утворився розчин з масовою часткою солі $3,23\%$. Визначте формулу кристалогідрату. (Відповідь: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)
48. При взаємодії сплаву міді, заліза та алюмінію масою $7,90 \text{ г}$ з надлишком хлоридної кислоти одержали $1,568 \text{ л}$ газу та $5,12 \text{ г}$ нерозчинного залишку. Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші. (Відповідь: $64,8\% \text{ Cu}$, $28,4\% \text{ Fe}$, $6,8\% \text{ Al}$)
49. На суміш алюмінієвих та мідних ошурок подіяли при нагріванні надлишком розчину калій гідроксиду. Виділилось $11,2 \text{ л}$ газу (н.у.). Нерозчинний залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. Розчин випарували, а тверду речовину, що залишилась, прожарили. Маса твердого залишку склала $0,8 \text{ г}$. Визначте масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: $0,64 \text{ г Cu}$, 9 г Al)
50. При дії на суміш алюмінію, міді та алюміній оксиду надлишком гарячого концентрованого розчину лугу виділилось $13,44 \text{ л}$ газу (н.у.) і залишилось $38,4 \text{ г}$ нерозчинного залишку. При дії на таку ж масу суміші надлишком розбавленої сульфатної кислоти утворилось $102,6 \text{ г}$ алюміній сульфату. Обчисліть: а) масу вихідної суміші; б) масову частку алюміній оксиду в цій суміші (%). (Відповідь: а) $59,4 \text{ г}$; б) $17,2\%$)
51. До розчину, що містить $6,84 \text{ г}$ алюміній сульфату, долили розчин, де міститься $8,48 \text{ г}$ натрій карбонату. Одержаний осад відфільтрували, промили водою та висушили при температурі 500°C . Визначте масу твердого залишку. (Відповідь: $2,04 \text{ г}$)
52. При розчиненні 43 г суміші алюмінію, цинку та міді в надлишку хлоридної кислоти утворилось $16,03 \text{ л}$ газу при температурі 20°C і тиску $1,2 \text{ атм}$. Нерозчинний залишок відділили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Утворилось $4,48 \text{ л}$ газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: $19,2 \text{ г Cu}$, 13 г Zn , $10,8 \text{ г Al}$)
53. До 250 мл $0,5 \text{ M}$ розчину алюміній хлориду додали $19,5 \text{ г}$ кафію. Визначте молярні концентрації речовин в утвореному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати. (Відповідь: $1,5 \text{ моль/л KCl}$, $0,5 \text{ моль/л K[Al(OH)}_4]$)
54. Маса продуктів реакції окиснення суміші алюмінію та міді хлором у $2,5$ рази більша за масу вихідної суміші. Визначте масовий склад вихідної суміші (%). (Відповідь: $13\% \text{ Al}$, $86,2\% \text{ Cu}$)

55. Яку масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для виділення алюмінію з 2 кг суміші алюмінію з міддю, якщо відомо, що при дії розбавленої сульфатної кислоти на 50 г цієї суміші виділилось 5,6 л водню (н.у.)? (Відповідь: 1,24 кг)
56. Який мінімальний об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 15% ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$) потрібно використати для розчинення суміші масою 4,38 г, що містить алюміній, алюміній оксид та алюміній гідроксид, кількості речовин яких відносяться відповідно як 2:3:1? (Відповідь: 30 мл)
57. До розчину, що містить 25 г алюміній хлориду, долили розчин натрій гідроксиду із вмістом лугу 25 г. Одержаний осад відфільтрували і прожарили. Визначте: а) масу одержаного після прожарювання залишку; б) масу калій гідроксиду, який потрібно стопити з одержаним залишком для добування калій метаалюмінату. (Відповідь: а) 6,33 г Al_2O_3 ; б) 6,96 г)
58. До 200 мл 1 М розчину алюміній сульфату долили 300 мл 5 М розчину натрій гідроксиду. Визначте масу утвореного осаду та молярні концентрації солей в одержаному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати. (Відповідь: 7,8 г $\text{Al}(\text{OH})_3$; 1,2 моль/л Na_2SO_4 , 0,6 моль/л $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)
59. Стоп містить алюміній, цинк, силіцій та срібло. При дії на 2,85 г стопу надлишком хлоридної кислоти одержали 0,896 л водню (н.у.) та 1,66 г нерозчинного залишку. При дії на 5,7 г такого ж сплаву надлишком розчину калій гідроксиду одержали 5376 мл водню (н.у.). Визначте масові частки (%) компонентів стопу. (Відповідь: 19% Al, 19% Ag, 23% Zn, 39% Si)
60. Суміш, що містить алюміній, силіцій діоксид та магній масою 2,43 г, обробили надлишком розчину лугу. Нерозчинний залишок відфільтрували і обробили надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 896 мл газу (н.у.). Визначте маси компонентів суміші, якщо відомо, що відношення кількостей речовин алюмінію та силіцій діоксиду у вихідній суміші становить 1:2. (Відповідь: 0,96 г Mg, 0,27 г Al, 1,2 г Si)
61. Суміш натрій сульфату та алюміній сульфату масою 10 г розчинили у воді і до одержаного розчину додали надлишок розчину калій карбонату. Осад, що утворився, відфільтрували, прожарили та зважили. Виявилось, що його маса дорівнює 2,55 г. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 85,5% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 14,5% Na_2SO_4)
62. На суміш масою 50 г, що складається з алюмінію, магнію та силіцій діоксиду, подіяли надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 17,92 л газу (н.у.). При дії на таку ж масу суміші надлишком розчину лугу виділилось 6,72 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: 12 г Mg, 5,4 г Al, 32,6 г SiO_2)
63. На суміш порошків алюмінію та магнію масою 32 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Газ, що виділився при цьому, пропустили при температурі 400°C через трубку, що містила купрум (II) оксид, а потім пари утвореної речовини пропустили через трубку з фосфор геміпентаоксидом. Маса другої трубки при цьому збільшилась на 27 г. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 37,5%)
64. На суміш масою 39,9 г, що містить цинк, алюміній та залізо, подіяли надлишком хлоридної кислоти без доступу кисню. При цьому виділилось 20,16 л (н.у.) газу. До одержаного розчину додали надлишок розчину натрій гідроксиду. Одержаний осад відфільтрували, окиснили киснем та прожарили. Маса твердого залишку склала 40 г. Визначте масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: 28 г Fe, 6,5 г Zn, 5,4 г Al)
65. Амоній хлорид з домішками алюмінієвого пилу розчинили в надлишку розчину калій гідроксиду. Одержали газову суміш з густиною за воднем 6. Обчисліть масову частку домішок алюмінієвого пилу (%). (Відповідь: 14,4%)
66. Суміш масою 10,42 г, що містила алюміній, магній та силіцій, помістили в надлишок розчину лугу. Виділилось 11,872 л (н.у.) газу, а маса нерозчинного залишку склала

- 16,12% вихідної маси. Визначте масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: 5,94 г Al, 2,8 г Si, 1,68 г Mg)
67. Суміш масою 16,34 г, що містила залізо, алюміній та магній, помістили в надлишок розбавленого розчину сульфатної кислоти, у результаті чого виділилось 0,65 моль газу. Якщо на таку саму масу вихідної суміші подіяти надлишком розчину лугу, то виділиться 5,6 л газу (н.у.). Обчисліть масовий склад вихідної суміші. (Відповідь: 4,5 г Al, 3,92 г Fe, 7,92 г Mg)
68. Яку кількість речовини алюміній хлориду потрібно додати до 1 моль цинк хлориду, щоб маса одержаного із суміші солей алюміній оксиду склала 25,02% від маси вихідних солей? (Відповідь: 1,934 моль)
69. Кристалогідрат алюміній сульфату складу $Al_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ використовують для очистки води та у виробництві паперу. Розрахуйте масову частку води (%) в даному кристалогідраті. (Відповідь: 32,14%)
70. Масова частка Карбону в суміші кальцій карбиду CaC_2 та алюміній карбиду Al_4C_3 становить 26,89%. Визначте масову частку (%) Алюмінію у вихідній суміші карбідів. (Відповідь: 63,66%)
71. Визначте масу алюмінію, яку потрібно використати для одержання 2,0 кг заліза з магнітного залізняку. (Відповідь: 0,86 кг)
72. Яку масу алюмінію потрібно використати для реакції з хлором, щоб одержати алюміній хлорид масою 80,1 г? (Відповідь: 16,2 г)
73. Нагріли суміш, що складається з 22 г сірки та 5,4 г алюмінію. Визначте: а) яка з речовин у надлишку; б) масу алюміній сульфїду, що утворився; в) масу одержаної суміші після закінчення реакції та охолодження речовин; г) масові частки (%) речовин в одержаній суміші. (Відповідь: а) сірка; б) 15г; в) 27,4 г; г) 54,7% Al_2S_3 , 45,3% S)
74. Алюміній масою 13,5 г помістили в розчин, в якому міститься сульфатна кислота масою 158,8 г. Який об'єм газу(н.у.) виділився? (Відповідь: 13,44 л)
75. Яку масу технічного алюмінію з масовою часткою алюмінію 97% необхідно використати для добування барію масою 109,6 кг методом алюмотермічного відновлення барій оксиду? (Відповідь: 14,85 кг)
76. 23,60 г еквімолярної суміші алюмінію та сірки привели до умов реакції. Який об'єм кисню (ну.) витратиться на окиснення одержаної в результаті реакції суміші твердих речовин? (Відповідь: 15,68 л)
77. До свіжоприготовленого розчину алюміній сульфату об'ємом 0,5 л з концентрацією солі 1,2 моль/л добавили 2 л розчину калій гідроксиду з концентрацією лугу 2 моль/л. Визначте масу одержаного осаду. (Відповідь: 62,4 г)
78. Суміш заліза та алюмінію масою 16,4 г повністю прореагувала з 16,8 dm^3 хлору (н.у.). Розрахуйте масовий склад суміші металів. (Відповідь: 5,6 г Fe, 10,8 г Al)
79. При нагріванні 20,32 г суміші купрум (II) гідроксиду та алюміній гідроксиду одержали водяну пару, яку сконденсували та повністю витратили для взаємодії з барій оксидом. При цьому одержали 54,72 г лугу. Визначте масові частки (%) кожної з речовин у вихідній суміші. (Відповідь: 38,58% $Cu(OH)_2$, 61,42% $Al(OH)_3$)
80. При повному розчиненні 1,11 г сплаву алюмінію та силіцію в розчині калій гідроксиду добули водень кількістю речовини, яка необхідна для повного відновлення 6,00 г купрум (II) оксиду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів у суміші. (Відповідь: 24,3% Al, 75,7% Si)
81. Розрахуйте масові частки (%) компонентів у суміші, одержаній при сплавлянні еквімолярної суміші алюмінію та сірки масою 17,7 г. (Відповідь: 84,7% Al_2S_3 , 15,3% Al)
82. Розрахуйте масові частки компонентів суміші (%), одержаної при стопленні 399,84 г суміші алюмінієвого пилу та ферум (III) оксиду, кількості речовин яких відносяться відповідно як 4:3. (Відповідь: 38,1% Fe, 34,7% Al_2O_3 , 27,2% Fe_2O_3)

83. Суміш ферум (Ш) хлориду та алюміній хлориду масою 74 г розчинили у воді. До одержаного розчину добавили надлишок розчину калій гідроксиду. Осад, що утворився, відфільтрували, промили та прожарили. Маса залишку склала 20 г. Визначте хімічний склад одержаної речовини. Розрахуйте масовий склад солей у вихідній суміші (%). (Відповідь: 55% FeCl_3 , 45% AlCl_3)
84. При розчиненні суміші алюмінію, золота та міді в концентрованій нітратній кислоті утворилось 0,112 л (н.у.) газу та 2,065 г нерозчинного залишку. При розчиненні такої ж маси вихідної суміші в хлоридній кислоті одержали 1,344 л газу (н.у.). Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші. (Відповідь: 7,19% Cu , 48,54% Al , 44,27% Au)
85. Еквімолярну суміш алюмінію та алюміній оксиду помістили у хлоридну кислоту, яка містила стехіометричну кількість речовини хлороводню. В результаті реакції одержали розчин з масовою часткою солі 13,35%. Визначте масову частку (%) кислоти у вихідному розчині. (Відповідь: 11,43%)