

Практичне заняття. 7.

Тема. Елементи VA групи Періодичної системи.

Мета. Розглянути електронну будову атомів хімічних елементів VA 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.

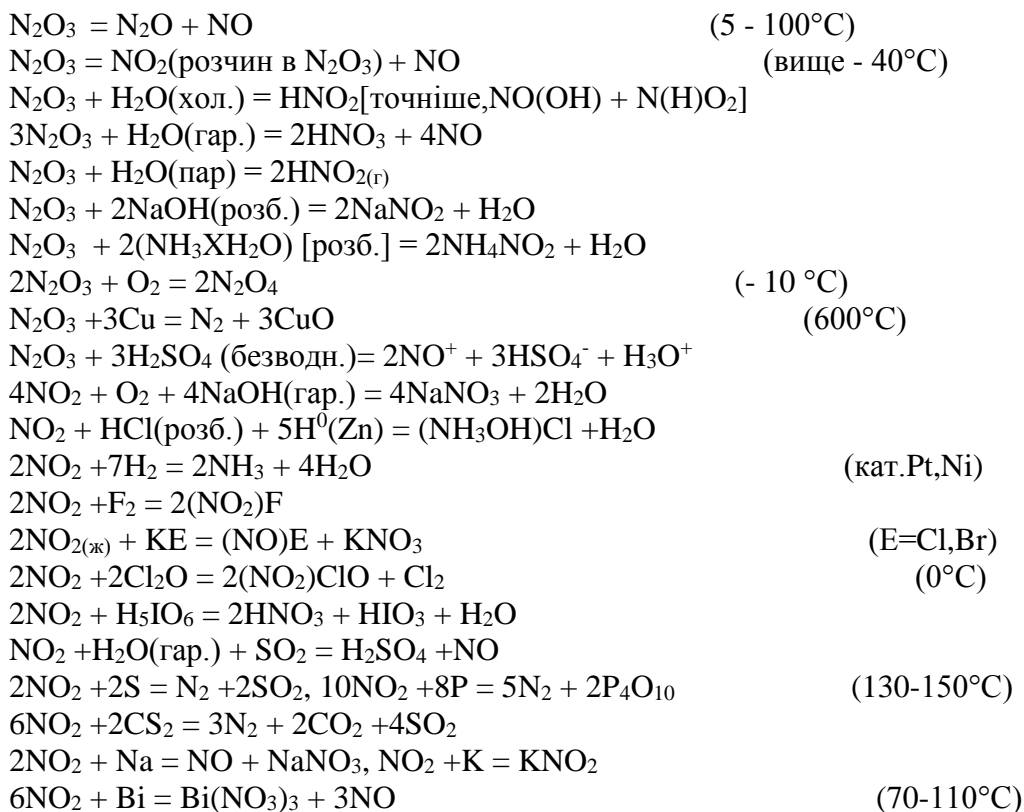
П'ята група періодичної системи елементів складається з двох підгруп: головної – Нітроген, Фосфор, Арсен, Стійбій і Бісмут, і побічної – Ванадій, Ніобій і Тантал. В головній підгрупі виділяють підгрупу Арсену (As, Sb, Bi), побічну підгрупу називають підгрупою Ванадію (V, Nb, Ta). Елементи побічної підгрупи V групи є металами, а до головної підгрупи входять як метали, так і неметали. Важливість знань про ці елементи для хіміка зумовлена їх практичною значущістю, а також тих матеріалів, що виготовляються з їх сполук.

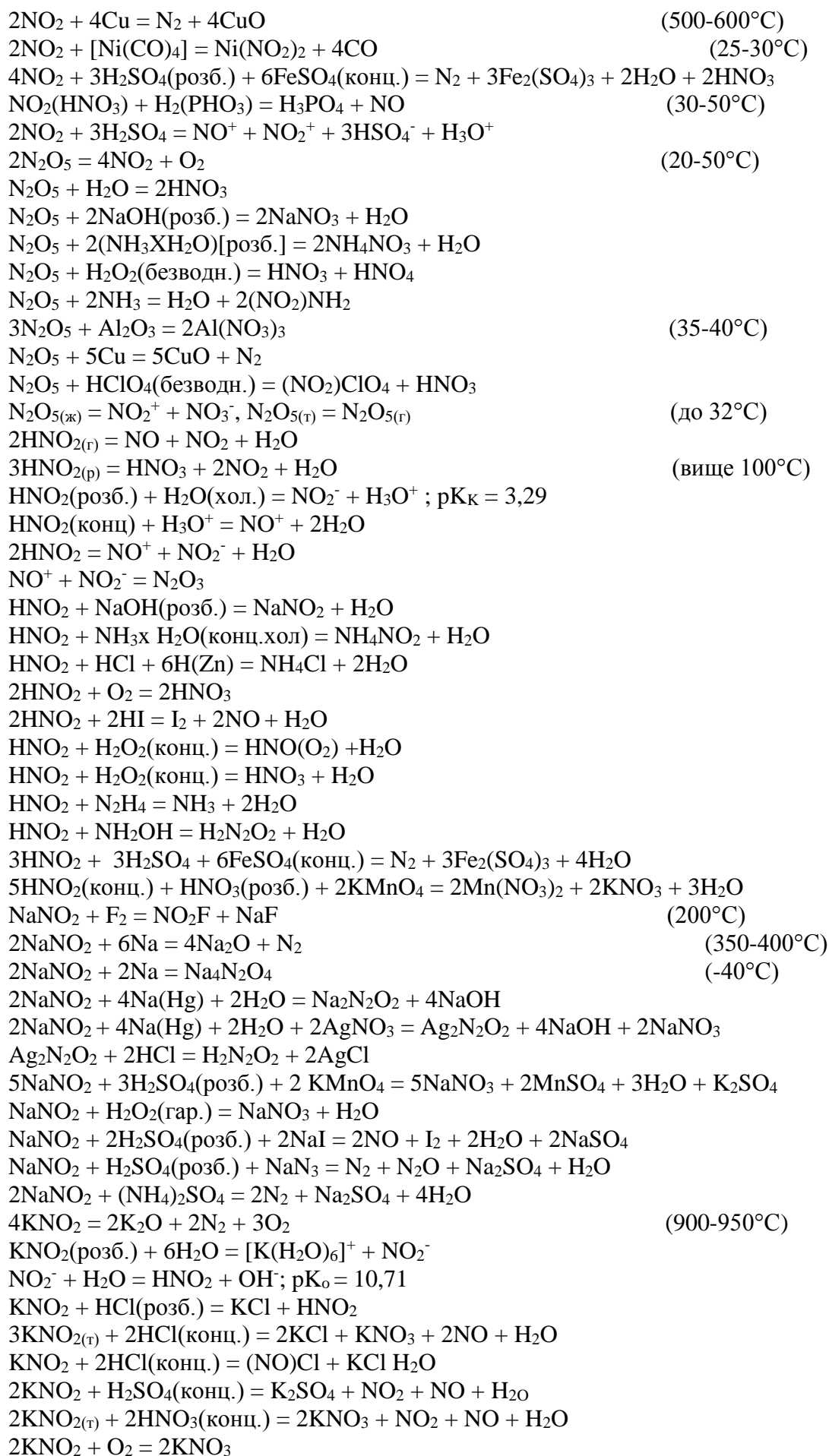
План.

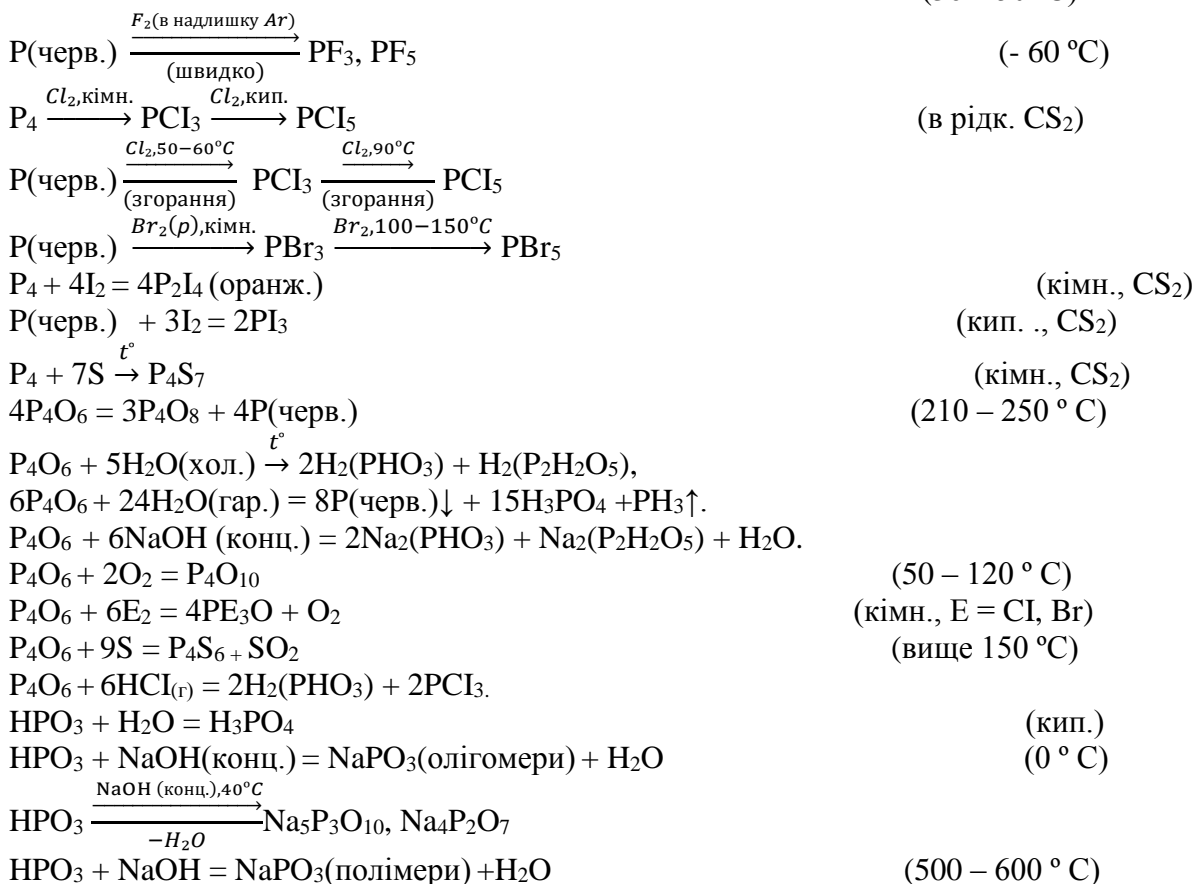
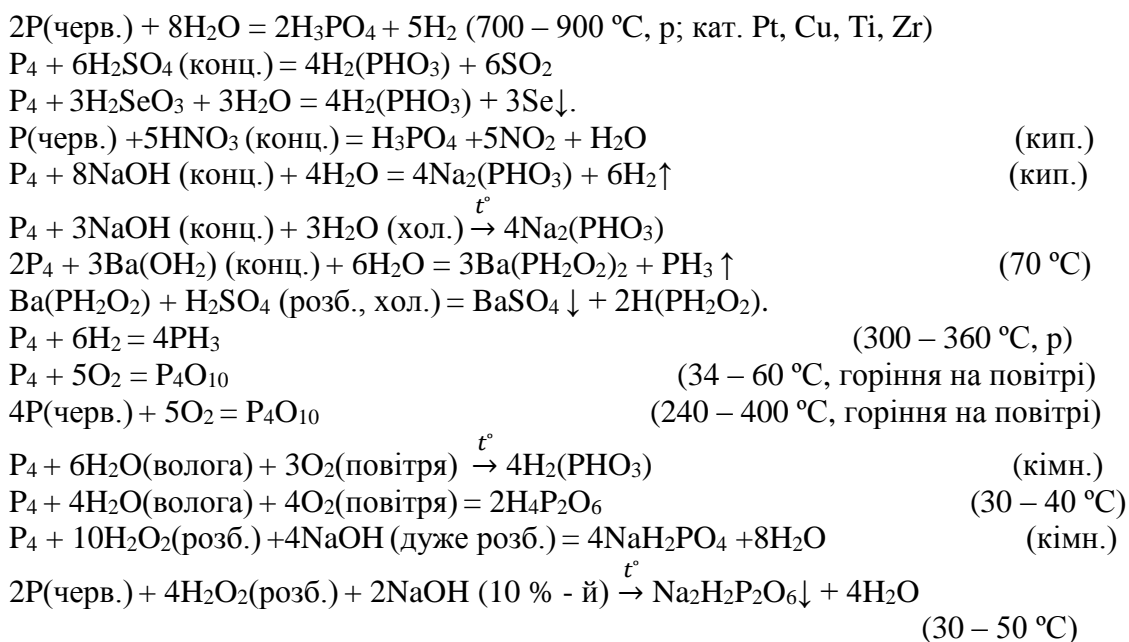
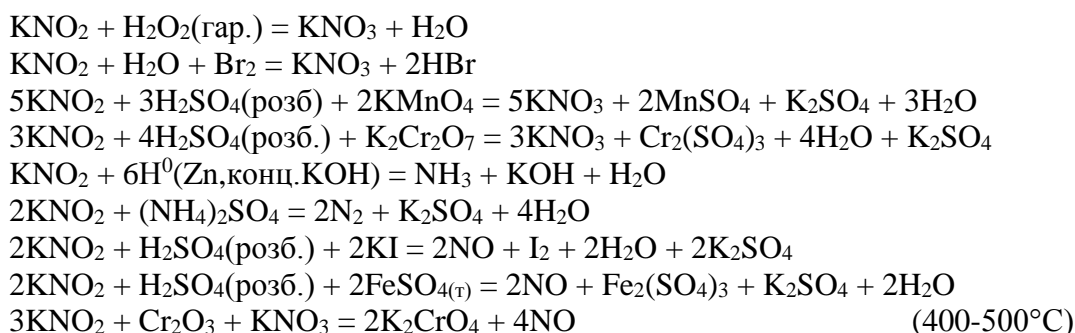
1. Загальна характеристика елементів головної підгрупи V групи.
2. Нітроген.
3. Фосфор.
4. Підгрупа Арсену: Арсен, Стійбій, Бісмут.

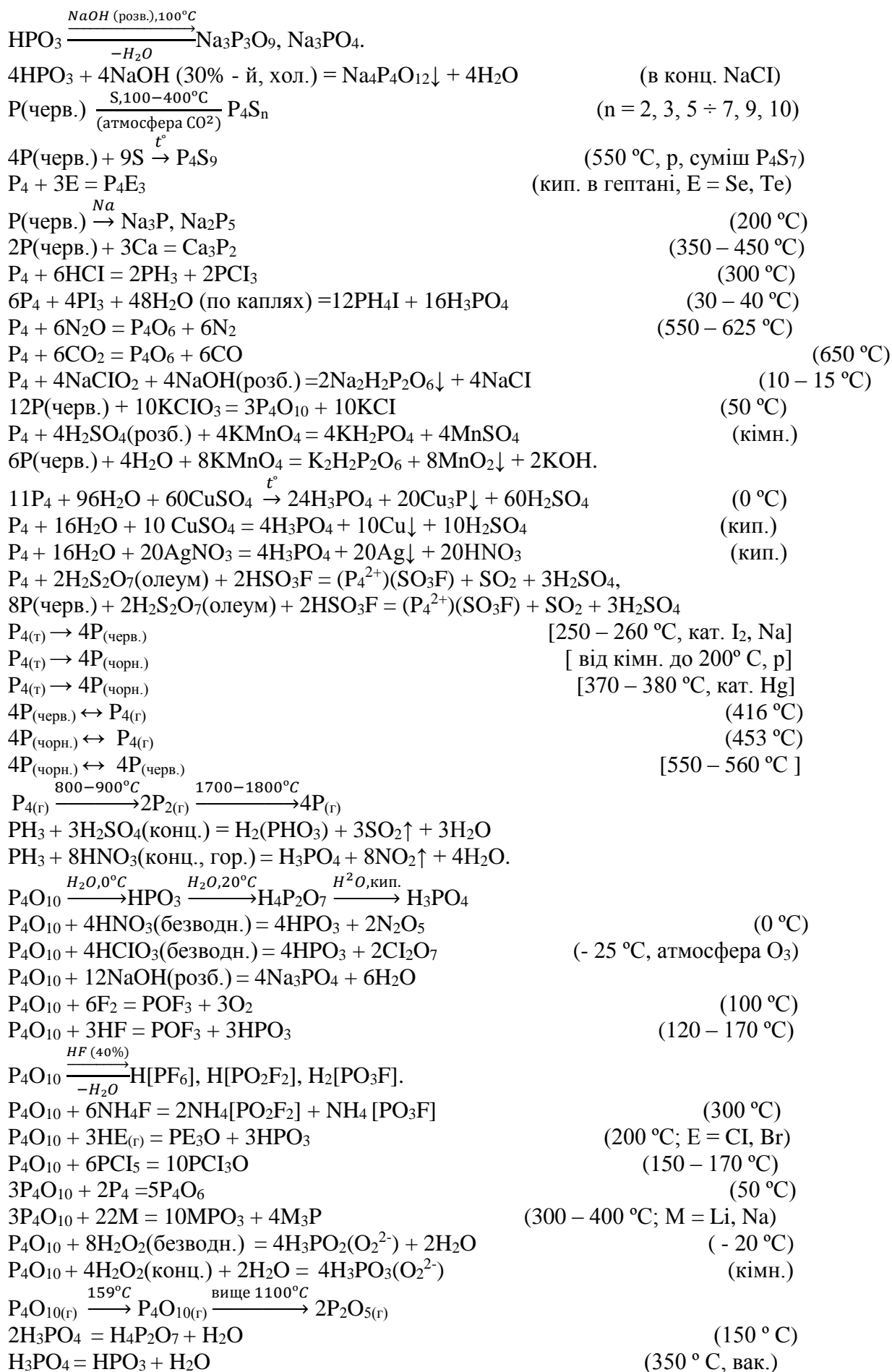
Зміст практичного заняття.

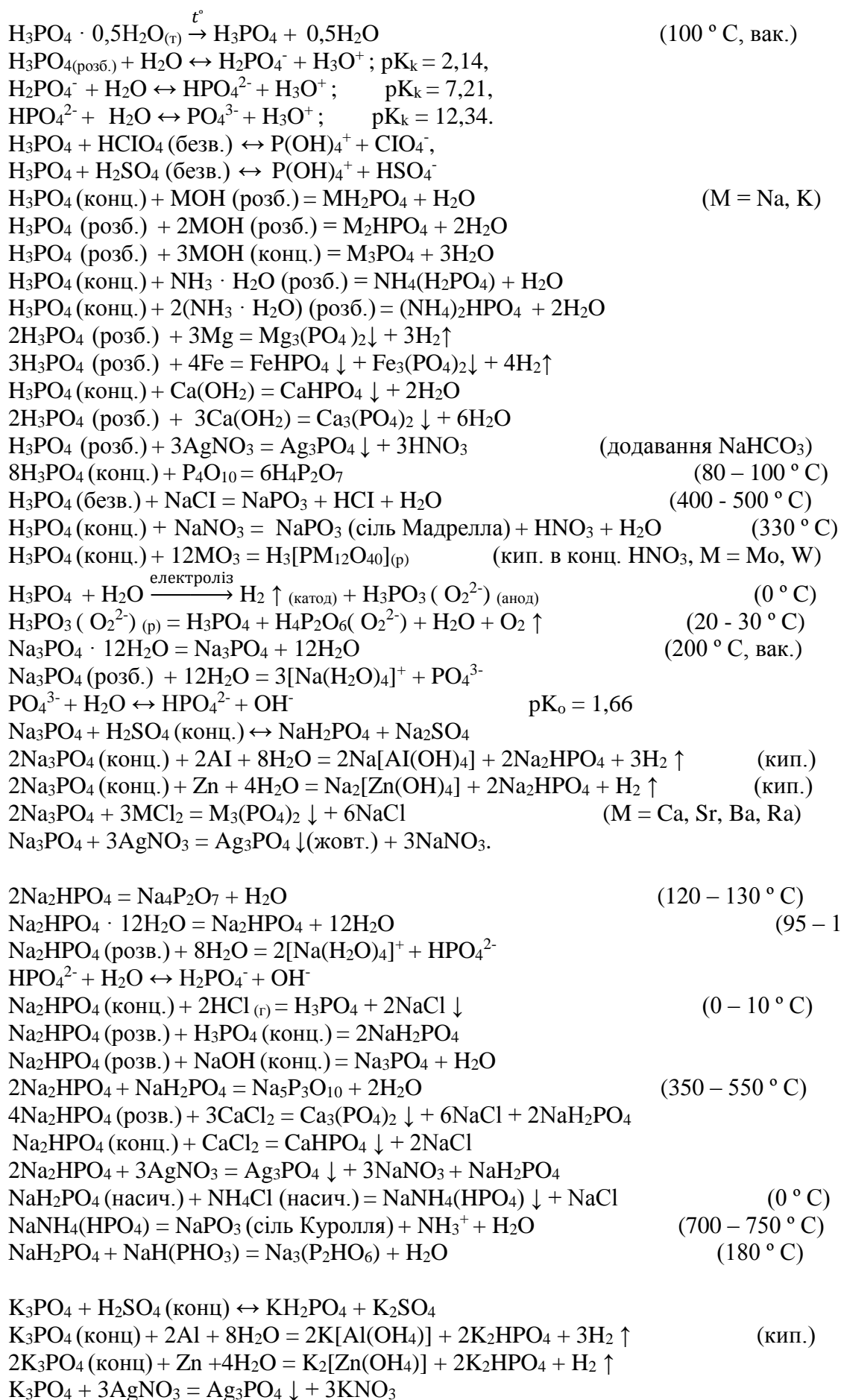
Найважливіші хімічні властивості елементів VA групи та їх сполук

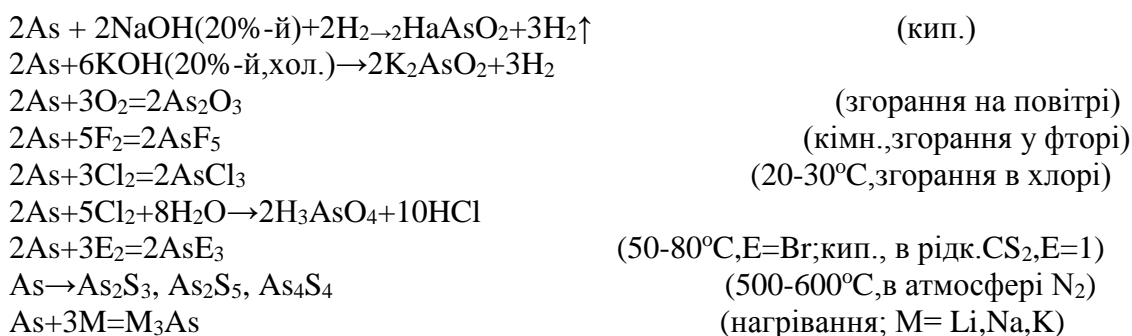
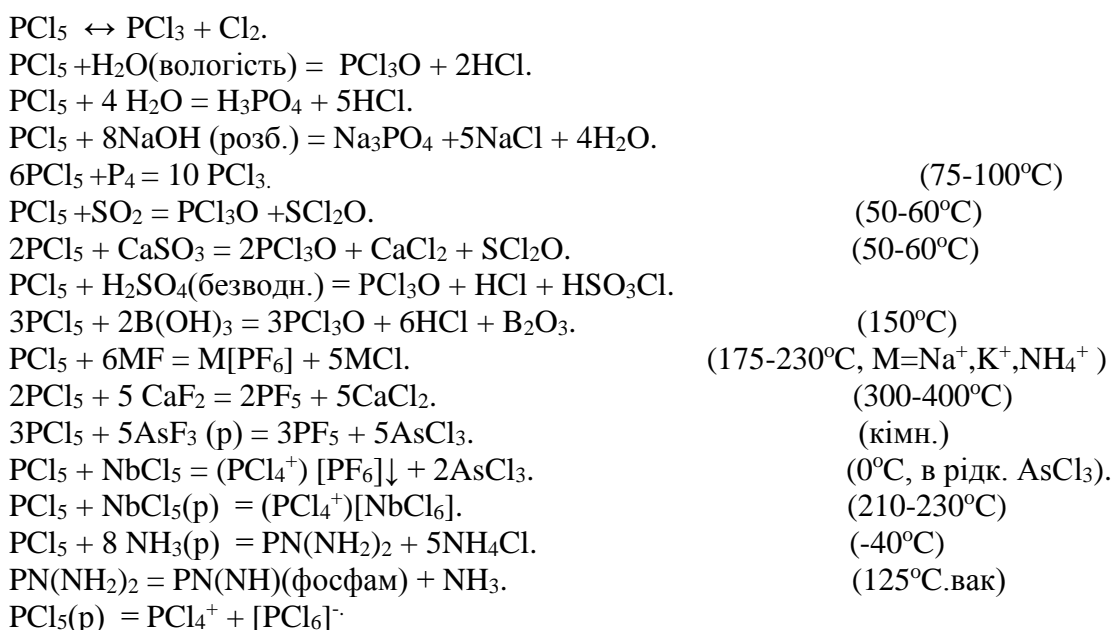
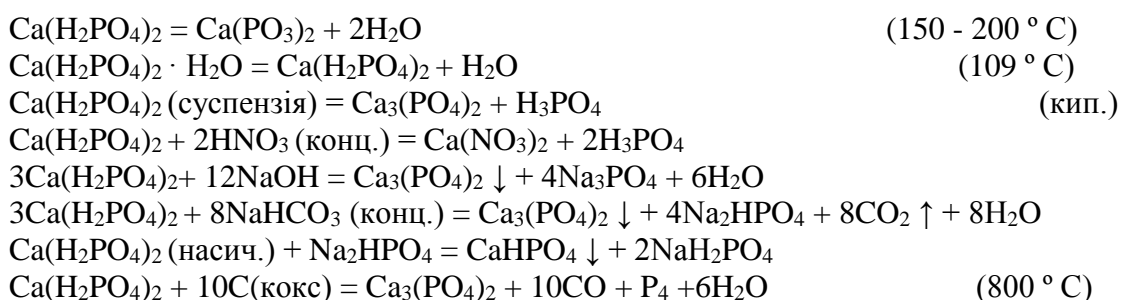
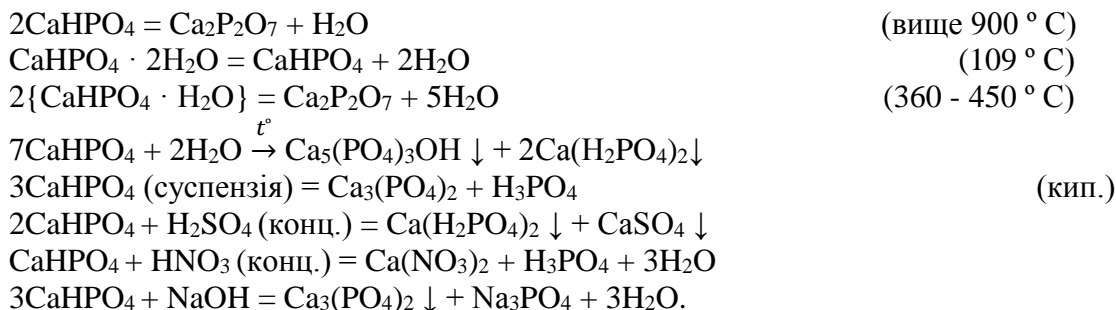
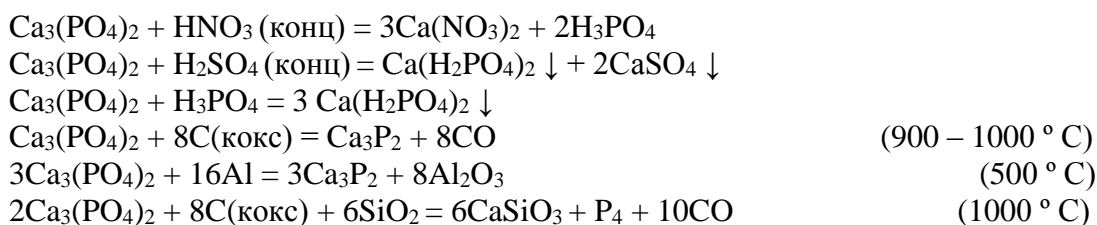


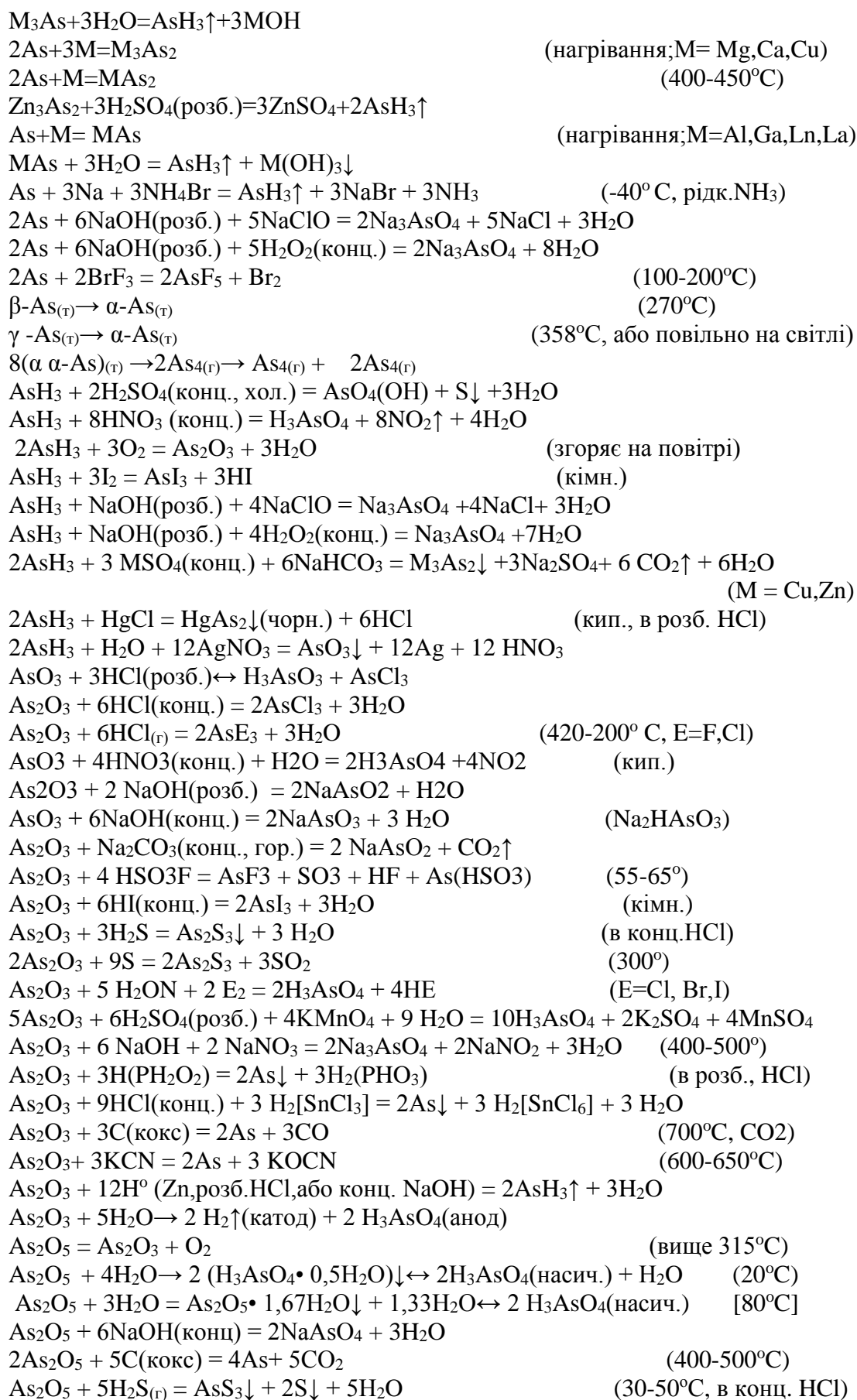












Література.

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. Охарактеризуйте стійкість сполук фосфору, сурми і вісмуту в ступенях окислення +3 і +5.
2. Чому газоподібний аміак збирають шляхом витіснення повітря (в колбу, перевернуту горлом вниз)? У чому причина виникнення «фонтану»? Чому колба-приймач повинна бути абсолютно сухою? Яку властивість аміаку ілюструє його реакція з хлорводнем?
3. Дайте порівняльну характеристику будови і фізико-хімічних властивостей водневих сполук азоту.
4. Запишіть рівняння реакцій взаємодії аміаку а) з фтором; б) з бромною водою.
5. Порівняйте протолітичні і окислювально-відновні властивості всіх відомих вам водневих сполук азоту і фосфору.
6. Як побудована молекула оксиду азоту? Чому цей газ підтримує горіння? Які продукти термічного розкладання нітриту амонію?
7. Відомо, що монооксид азоту та діоксид азоту є радикалами і утворюють димери. Поясніть, чому тетраоксид діазоту міцніше, ніж діоксид діазоту.
8. Використовуючи метод молекулярних орбіталей, визначте порядок зв'язку і передбачте магнітні властивості для NO , NO^+ і NO^- .
9. Як йде термічний розклад сульфату, гідрокарбонату, гідроортофосфатів амонію? Які властивості газоподібних продуктів розкладу дозволяють їх розділити? Який характер взаємодії досліджуваних продуктів з водою?
10. Як протікає протоліз азотної і азотистої кислот у водному розчині? Охарактеризуйте цей процес кількісно.
11. Порівняйте кислотно-основні і окислювально-відновні властивості оксидів азоту та відповідальних їм кислот.
12. Який склад мають продукти взаємодії оксидів фосфору (III) і фосфору (V) з водою?
13. Охарактеризуйте розчинність ортофосфатів, гідроортофосфатів і дигідроортофосфатів лужних і лужноземельних елементів, свинцю (II) і срібла (I) у воді. У чому причина переходу в розчин осадів ортофосфатів при додаванні сильних кислот?
14. У чому причина термічного розкладання солей амонію і гідроортофосфатів?
15. Порівняйте окисні властивості нітрат- і нітрит-іонів, фосфатів (V), фосфатів (III) і фосфатів (I).
16. Порівняйте окислювально-відновні властивості кисневих сполук елементів у ступенях окислення +3 і +5 в ряду азот - фосфор - арсен - стибій - бісмут.
17. Як протікає гідроліз трихлориду фосфору і пентахлориду фосфору? Чим зумовлена кислотність продуктів реакцій?
18. Які склад і кислотно-основні властивості кисневих сполук арсену, стибію, бісмуту?
19. До якого типу сульфідів відносяться Sb_2S_3 і Bi_2S_3 ? Чому сульфід стибію (III), взаємодіючи з надлишком сульфід-іонів, утворює тіосполуки, а сульфід бісмуту (III) - ні? В якому середовищі стійкі тіосполуки стибію (III)?
20. Як розділити катіони стибію (III) та бісмуту (III) при їх спільній присутності в розчині?
21. Складіть рівняння реакцій термічного розкладу: а) нітрату амонію; б) нітриту амонію; в) нітрату срібла.
22. Як отримують фосфор в промисловості? Запишіть рівняння відповідних реакцій.

23. Поясніть, чому білий фосфор володіє підвищеною реакційною здатністю. Наведіть приклади реакцій, що ілюструють ваш відповідь.
24. Опишіть способи отримання і хімічні властивості аміачних комплексів. Запишіть рівняння відповідних реакцій.
25. Складіть рівняння реакцій термічного розкладання: а) карбонату амонію; б) сульфату амонію.
26. Вкажіть сполуки, при взаємодії з якими гідразин буде проявляти властивості відновника. Складіть рівняння реакцій, які при цьому будуть протікати.
27. Вкажіть з'єднання, при взаємодії з якими гідразин проявляє властивості окислювача. Складіть рівняння реакцій, які при цьому протікають.
28. Порівняйте кислотно-основні властивості аміаку та фосфіну.
29. Поясніть, чому аміак, гідразин і гідроксиламін схильні до реакцій приєднання.
30. Запишіть рівняння реакцій взаємодії аміаку з: а) фтором; б) бромною водою; в) нітрит-іоном з подальшим кип'ятінням розчину.
31. Порівняйте будову і кислотні властивості таутомерних форм HNO_2 .
32. Опишіть механізм самозаймання білого фосфору на повітрі. Запишіть рівняння відповідних реакцій.
33. Що станеться при взаємодії нітриду літію з водою. Запишіть рівняння реакцій і вкажіть, до якого типу вони відносяться.
34. Які основні природні форми існування азоту на Землі?
35. Як отримують азот в промисловості? Які існують лабораторні способи одержання азоту?
36. Які ступені окислення проявляє азот в своїх водневих сполуках?
37. Яке з відомих вам водневих сполук азоту в принципі не може бути окислювачем? В якій мірі ця здатність виражена у всіх інших водневих сполук азоту?
38. Як слід розглядати аміак з точки зору загальних правил номенклатури бінарних сполук?
39. Як отримують аміак в промисловості і в лабораторії? Яке «планетарне» значення процесу синтезу аміаку?
40. На чому ґрунтується використання рідкого аміаку в якості холодоагенту?
41. Чим обумовлені властивості рідкого аміаку як розчинника?
42. Чим можна пояснити рекордно високу розчинність аміаку у воді? Якими властивостями володіє водний розчин аміаку? Чим пояснюються ці властивості?
43. Чому можна говорити про існування, наприклад, хлориду або нітриту амонію, але не можна говорити про існування гідроксиду амонію?
44. Чому молекула аміаку здатна до утворення солей і комплексів з іонами металів? Яку просторово-геометричну будову має іон амонію? Які тут валентні кути? Які важливі висновки про природу зв'язків можна зробити на підставі цього факту?
45. Чому рівні валентність і ступінь окиснення азоту в іоні амонію? Де тут комплексоутворювач? Назвіть іон амонію у відповідності з загальними правилами номенклатури.
46. Як можна отримати гідразин з аміаку? Що означає його назва? Яка тут ступінь окислення азоту? Чому гідразин є більш сильним відновником, ніж аміак? Наведіть приклади, які це підтверджують.
47. Існують сполуки, що мають торгові назви: сірчаноокислий гідразин ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$), соляноокислий гідразин ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{HCl}$), гідразингідрат ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Що вони собою представляють з хімічної точки зору, і як їх слід називати? Яку реакцію середовища будуть показувати водні розчини цих сполук?
48. Якими способами можна отримати гідроксиламін? Що означає назва цієї сполуки?
49. Відомо, що водний розчин гідроксиламіну має слаболужну реакцію. За рахунок чого він проявляє основні властивості?
50. Перелічіть відомі вам оксиди азоту. Вкажіть хоча б по одному способу їх отримання.

51. Чим можна пояснити стійкість і порівняно високу хімічну інертність оксиду азоту (+2)? Чим зумовлене значення цього оксиду в хімічній індустрії?
52. Наведіть приклади реакцій, що підтверджують окислювально- відновну двоїстість оксиду азоту (+2). Як називаються комплекси, в яких молекули NO виступають в якості лігандів? Наведіть приклади таких сполук.
53. Яку суміш називають «царською водою»? На чому ґрунтується її окислювальна дія? Чому золото не розчиняється в HNO₃, а розчиняється в «царській воді»?
54. Зіставте поширеність і природні сполук фосфору і азоту. Чому фосфор, на відміну від азоту, не зустрічається в природі в вільному стані, хоча хімічно цей елемент менш активний?
55. Чому білий фосфор хімічно значно активніший, ніж червоний? У якому розчиннику він розчиняється краще?
56. Які функції може виконувати фосфор при взаємодії з іншими елементами періодичної системи?
57. Як відбувається процес приєднання води до P₂O₅? Які проміжні і кінцеві продукти при цьому утворюються?
58. Як можна отримати фосфін в лабораторії, ґрунтуючись на загальних принципах отримання летючих водневих сполук?
59. Чому фосфін значно гірше розчинний у воді, ніж аміак? Чим розрізняються за властивостями водні розчини аміаку та фосфіну?
60. Чому солі фосфонію значно менш поширені і менш стійкі, ніж солі амонію?
61. Зіставте відновні властивості аміаку та фосфіну, приведіть приклади реакцій. Які загальні висновки при цьому можна зробити?
62. У чому проявляється вторинна періодичність в ряду миш'як – сурма - вісмут і чим вона обумовлена?
63. Які природні форми найбільш характерні для елементів підгрупи миш'яку? До якого класу елементів з геохімічної точки зору вони відносяться?
64. Як поведуть себе елементи підгрупи миш'яку з мінеральними кислотами, лугами (розчинами і розплавами)? Поясніть ці факти.
65. До яких оксидів окислюються при нагріванні на повітрі і в кисні миш'як, сурма і вісмут? Про що це говорить і чим пояснюється?
66. Які загальні способи отримання летючих водневих сполук для елементів підгрупи миш'яку? Чи можна ці сполуки називати гідридами? Зіставте властивості цих сполук для всіх елементів 5А групи і поясніть закономірності, які спостерігаються.
67. Охарактеризуйте закономірності зміни кислотно-основних і окисно-відновних властивостей в рядах оксидів і гідроксидів елементів підгрупи миш'яку для ступенів окислення +3 і +5. Наведіть найбільш типові приклади.
68. Чому у сурми існує подвійний оксид Sb₂O₄, а для миш'яку подібні сполуки невідомі?
69. Які за складом галогеніди можуть утворювати елементи підгрупи миш'яку? Як можна пояснити закономірності що спостерігаються?
70. Які основні типи хімічних реакцій характерні для галогенідів миш'яку, сурми і вісмуту? Наведіть приклади.
71. Якими реакціями можна показати, що пентагалогеніди миш'яку і сурми є кислотними сполуками?
72. Напишіть рівняння хімічних реакцій:

$$\text{Ca}(\text{NH}_2)_2 + \text{HCl}(\text{надлиш.}) \rightarrow$$

$$\text{Zn}_3\text{N}_2 + \text{NaOH}(\text{надлиш.}) \rightarrow$$

$$\text{AlN} + \text{HNO}_3(\text{надлиш.}) \rightarrow$$

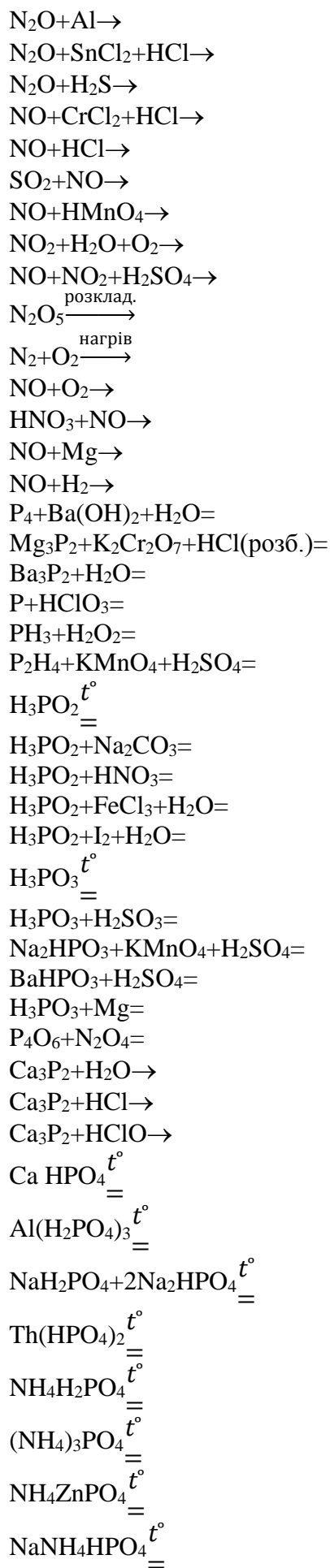
$$\text{NaNH}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

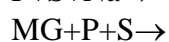
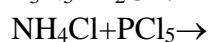
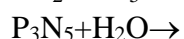
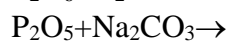
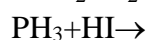
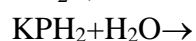
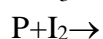
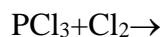
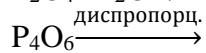
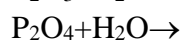
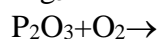
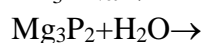
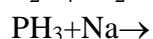
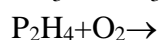
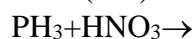
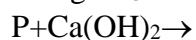
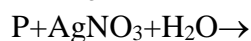
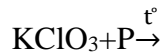
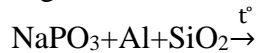
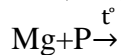
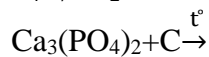
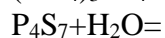
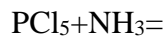
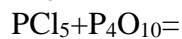
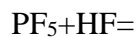
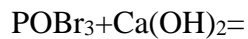
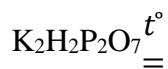
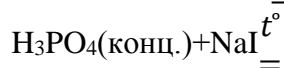
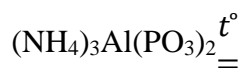
$$\text{Ba}(\text{NH}_2)_2 \xrightarrow{t}$$

$$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{T}) + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{T}) \xrightarrow{t}$$

$\text{CaCN}_2 + \text{HNO}_3 =$
 $\text{NH}_3(\text{p}) + \text{Ca} =$
 $\text{NH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NH}_3 + \text{SeO}_2 =$
 $(\text{NH}_4)\text{CrO}_4 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{NH}_3 + \text{NaBrO} =$
 $\text{NH}_3 + \text{SO}_2\text{Cl}_2 =$
 $\text{NH}_3 + \text{CaOCl}_2 =$
 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{NaOH} =$
 $\text{N}_2\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{SnSO}_4 + \text{KOH} =$
 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{CuCl}_2 + \text{NaOH} =$
 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{TeO}_3 =$
 $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{NH}_3 =$
 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{p}) + \text{Na} =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{HI} =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_3\text{PO}_4 =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SeO}_3 =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{I}_2 + \text{KOH} =$
 $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{NH}_2\text{OH} + \text{FeCl}_3 =$
 $\text{HN}_3 + \text{Zn} =$
 $\text{HN}_3 + \text{H}_2\text{S} =$
 $\text{HN}_3 + \text{KMnO}_4 =$
 $\text{HN}_3 + \text{HNO}_3 =$
 $\text{NaN}_3 + \text{HNO}_3 =$
 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{N}_2\text{O} + \text{Mg} =$
 $\text{NO} + \text{KMnO}_4 =$
 $\text{NO} + \text{CrCl}_2 + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NO} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{NO} + \text{Cl}_2 =$
 $\text{NO} + \text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NO} + \text{MoCl}_3 + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 =$
 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 =$
 $\text{NO}_2 + \text{KCl} =$
 $\text{NO}_2 + \text{KI} =$
 $\text{KMnO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NO}_2 + \text{O}_3 =$
 $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) =$
 $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{HClO}_4(\text{конц.}) =$
 $\text{HNO}_3 + \text{SO}_3 =$
 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) =$
 $\text{Mg} + \text{NO}_2 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{Zn} + \text{N}_2\text{O}_4(\text{p}) =$

$\text{NaNO}_2 + \text{NaN}_3 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{KNO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
 $\text{HNO}_2 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2 =$
 $\text{NaNO}_2 + \text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} =$
 $\text{NaNO}_3 + \text{Zn} + \text{NaOH} =$
 $\text{NaNO}_3 + \text{Zn} + \text{CH}_3\text{COOH} =$
 $\text{NaNO}_3 + \text{Mn}_2 + \text{KOH} =$
 $\text{KNO}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3(\text{сплав.}) =$
 $\text{NaNO}_3 + \text{NaN}_3 \xrightarrow{t^\circ} =$
 $\text{HNO}_3 + \text{FeCl}_2 =$
 $\text{HNO}_3(\text{конц.}) + \text{I}_2 =$
 $\text{HNO}_3(\text{конц.}) + \text{Cu}_2\text{S} =$
 $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{Se} =$
 $\text{NH}_3(\text{р}) + \text{Cl}_2 =$
 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{р}) + \text{Cl}_2 =$
 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{р}) + \text{Cl}_2 =$
 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{р}) + \text{Cl}_2 =$
 $\text{NH}_3(\text{р}) + \text{S} =$
 $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{N}_2\text{H}_4 =$
 $\text{NH}_2\text{Cl} + \text{NH}_3 + \text{NaOH} =$
 $\text{NaNO}_2 + \text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{NaNO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaNO}_2(\text{надмір.}) + \text{Cu}_3\text{COO} \rightarrow$
 $\text{NaNO}_2(\text{надмір.}) + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
 $\text{Bi} + \text{NaNO}_3 \xrightarrow{\text{сплавл.}} \rightarrow$
 $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{HNO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 $\text{Ti} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{PbS} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{HCl} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{KI} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{HgS} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{KNO}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{SnCl}_2 + \text{KNO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{KNO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{HNO}_2 + \text{NH}_2\text{SO}_2\text{OH} \rightarrow$
 $\text{Pt} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
 $\text{Hg} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Hg} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow$
 $\text{C} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{CuS} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow$
 $\text{Al}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{сплавл.}} \rightarrow$
 $\text{KNO}_3 + \text{р} \xrightarrow{\text{нагрів}} \rightarrow$
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \rightarrow$
 $\text{HNO}_3 + \text{NH}_2\text{SO}_4\text{OH} \rightarrow$





$\text{PF}_5 + \text{H}_2\text{F}_2 \rightarrow$
 $\text{PCl}_5 + \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$
 $\text{P}_4\text{S}_{10} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{PBr}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{PCl}_5 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{PCl}_3 + \text{S} \rightarrow$
 $\text{PI}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{NiSO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{AgNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{Mg} \rightarrow$
 $\text{NaH}_2\text{PO}_3 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{KI} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{NaP}_3\text{O}_9 + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{NaPO}_3 + \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \rightarrow$
 $\text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_{10} + \text{NaOH} \rightarrow$
 $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$
 $\text{PCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$
 $\text{PF}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{Mg} \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{NO}_2 \rightarrow$
 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
 $\text{PH}_4\text{I} + \text{KOOH} \rightarrow$
 $\text{AlP} + \text{HCl} \rightarrow$
 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{MgO} \rightarrow$
 $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{KOH} \rightarrow$
 $\text{MgHPO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{CoO} \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{F}_2 \rightarrow$
 $\text{BaNH}_4\text{PO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$
 $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{ВСІ МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ}}$
 $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
 $\text{FeSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$
 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$

Задачі для самостійного розв'язування

1. Розрахуйте об'єми азоту та водню (н.у.), які потрібно витратити для одержання 8,5 т амоніаку. (Відповідь: $5600 \text{ м}^3 \text{ N}_2$, $16800 \text{ м}^3 \text{ H}_2$)
2. Який об'єм (н.у.) амоніаку потрібно використати для добування 120 кг амоній нітрату? (Відповідь: $33,6 \text{ м}^3$)
3. Суміш, що містить 15 м³ азоту та 20 м³ водню, пропустили над каталізатором. Вихід амоніаку становить 20%. Який об'єм NH_3 одержали? (Відповідь: $2,67 \text{ м}^3$)
4. При взаємодії 100 л амоніаку, що містить домішки азоту, об'ємна частка яких становить 10%, із сульфатною кислотою одержали амоній сульфат масою 252 г. Розрахуйте вихід солі у відсотках від теоретично можливого. (Відповідь: 95%)
5. До розчину, що містить 51г аргентум нітрату, прилили розчин натрій сульфіді, що містить 15,6 г солі. Визначте масу осаду, що утворився. (Відповідь: 37,2 г)
6. Із 2 кг амоніаку одержали 10 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою 62%. Розрахуйте вихід кислоти у відсотках від теоретично можливого. (Відповідь: 83,6%)
7. Хлорид амонію масою 32,1 г змішали з кальцій гідроксидом масою 17,76 г і нагріли. Визначте об'єм газу (н.у.), що виділився при цьому. (Відповідь: 10,75 л)
8. Який об'єм амоніаку (н.у.) потрібно використати для добування 500 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 90%? (Відповідь: 160 м^3)
9. Амоніак, виділений з амоній сульфату масою 26,4 г, змішали з хлороводнем масою 19 г. Визначте масу одержаної при цьому солі. (Відповідь: 21,4 г)
10. Визначте масу розчину нітратної кислоти ($W = 20\%$), яку необхідно використати для добування 2 кг амоніачної селітри. (Відповідь: 7875 г)
11. Розрахуйте масу натрієвої селітри, необхідної для одержання 315 г нітратної кислоти. (Відповідь: 425 г)
12. Який об'єм амоніаку витратили на добування 200 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 80%, якщо виробничі втрати становили 6%? (Відповідь: $60,5 \text{ м}^3$)
13. Визначте об'єм газу (н.у.), який виділиться при розчиненні міді масою 6,4 г в розчині нітратної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 20%. (Відповідь: 1,5 л NO)
14. Розрахуйте масу 1 м³ азоту при тиску 1 атм і температурі 27°C. (Відповідь: 1138 г)
15. Стехіометричну суміш азоту та водню пропустили над нагрітим каталізатором. При цьому об'єм суміші зменшився на 14 л. Розрахуйте об'єми вихідних газів, а також об'єм утвореного продукту реакції. Усі виміри проводились за однакових умов. Врахуйте, що вихід продукту реакції становить 50% від теоретично можливого. (Відповідь: 14 л N_2 , 42 л H_2 ; 14 л)
16. Природний Нітроген складається із суміші двох нуклідів ^{14}N та ^{15}N . Відносна атомна маса Нітрогену становить 14,007. Розрахуйте масові частки нуклідів у природному Нітрогені (%). (Відповідь: 99,3% ^{14}N , 0,7% ^{15}N)
17. Розрахуйте масу розчину амоніаку з масовою часткою речовини 25% та об'єм води, які необхідні для приготування 1500 г розчину амоніаку з масовою часткою речовини 0,5%. (Відповідь: 30 г; 1470 мл)
18. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинули розчином сульфатної кислоти масою 20 г з масовою часткою речовини 49%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса? (Відповідь: 13.2 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)
19. В одному літрі води при 0°C розчинили 1150 л амоніаку (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) амоніаку в одержаному розчині. (Відповідь: 46,6%)
20. При нагріванні технічного нашатирю, що містить 3% домішок, з надлишком розчину натрій гідроксиду виділилось 800 см³ амоніаку (н.у.). Визначте масу технічного нашатирю, який використали для проведення реакції. (Відповідь: 1,97 г)
21. Які речовини утворяться при взаємодії 0,6 моль амоніаку та 0,4 моль сульфатної кислоти? Визначте їхні маси. (Відповідь: 26,4 г $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 23 г NH_4HSO_4)

22. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинувся розчином ортофосфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 9,8%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса? (Відповідь: 23 г $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)
23. Який об'єм розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,119 \text{ г/см}^3$, $W = 20\%$) потрібно взяти для розчинення 4 г міді? Визначте об'єм (н.у.) газу, який при цьому виділиться. (Відповідь: 47 мл, 933 мл NO)
24. Азотоводневу суміш об'ємом 200 мл пропустили над нагрітим платиновим каталізатором. Після закінчення реакції об'єм суміші зменшився на 40 мл. Ступінь перетворення азоту становив 50%. Визначте об'ємну частку (%) азоту у вихідній суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. (Відповідь: 20%)
25. Розрахуйте масові частки речовин (%) у розчині, одержаному при розчиненні 2 л хлороводню (н.у.) та 1500 см^3 амоніаку (н.у.) у воді об'ємом 800 мл. (Відповідь: 0,1% HCl, 0,45% NH_4Cl)
26. При повному термічному розкладанні 19,86 г нітрату малоактивного металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, виділилось $3,36 \text{ л}$ газової суміші (н.у.). Визначте формулу нітрату. (Відповідь: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)
27. Яку масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 10%, можна одержати з 17 г натрій нітрату? (Відповідь: 126 г)
28. Суміш амоній нітрату та амоній нітриту піддали повному термічному розкладу. На відновлення одержаної газової суміші об'ємом $44,8 \text{ л}$ (н.у.) витратили весь водень, одержаний при повному електролізі води масою 9 г. Визначте масовий склад вихідної суміші солей. (Відповідь: 40 г NH_4NO_3 , 96 г NH_4NO_2)
29. Еквімолярну суміш азоту та водню пропустили через контактний апарат. Об'ємна частка амоніаку в утвореній газовій суміші склала 8%. Розрахуйте ступінь перетворення водню (%). Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. (Відповідь: 22,2%)
30. До 7 л суміші нітроген монооксиду та азоту (н.у.) добавили 3 л кисню (н.у.). Після завершення реакції об'єм газової суміші зменшився на 20%. Обчисліть: а) об'ємний склад вихідної суміші (%); б) об'ємні частки компонентів в утвореній газовій суміші (%), якщо відомо, що вона підтримує горіння. (Відповідь: а) 57%NO, 43% N_2 ; б) 50% NO_2 , 12,5% O_2 , 37,5% N_2)
31. Визначте масу калій хлорату, який необхідно використати для добування кисню, необхідного для повного спалювання амоніаку, одержаного з розчину амоній сульфату масою 36 г, масова частка солі в якому 13,5%, та 20 г гашеного вапна, масова частка домішок в якому 13,2%. (Відповідь: 4,5 г)
32. Як повинні відноситись кількості речовин кальцій карбонату та калій нітрату в суміші, щоб після її прожарювання маса одержаної газової суміші склала 25,2% від маси вихідної суміші? (Відповідь: 1:2)
33. Обчисліть маси речовин, які будуть міститись у розчині, одержаному при пропусканні нітроген (IV) оксиду, добутого при повному термолізі купрум (II) нітрату масою 75,2 г, крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 560 мл з масовою часткою лугу 30% ($\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$). (Відповідь: 40,4 г KNO_3 , 34 г KNO_2 , 165,2 г KOH)
34. Газ, одержаний при каталітичному окисненні 1,6 моль амоніаку, повністю окиснили киснем повітря. Продукт реакції розчинили у присутності кисню в $1,2 \text{ дм}^3$ води. Розрахуйте масову частку речовини, що буде міститись в одержаному розчині (%). (Відповідь: 7,8% HNO_3)
35. Колбу, наповнену амоніаком при 30°C і тиску 1 атм, опустили у воду, яка повністю заповнила посудину. Одержали розчин з густиною 1 г/см^3 . Яка масова частка амоніаку в розчині? (%). (Відповідь: 0,068%)

36. Через контактний апарат пропустили суміш азоту та водню, кількості речовин яких відносились як 1:4. Прореагувало 20% азоту. Який об'ємний склад утвореної суміші (%)? (Відповідь: 8,7% NH_3 , 17,4% H_2)
37. Розчин, одержаний при пропусканні нітроген діоксиду кількістю речовини 4 моль крізь розчин натрій гідроксиду із вмістом лугу 6 моль, випарували. Твердий залишок прожарили до постійної маси. Розрахуйте: а) об'єм газу, що виділився при прожарюванні твердого залишку (н.у.); б) масовий склад твердого залишку. (Відповідь: а) 22,4 л O_2 ; б) 276 г NaNO_2 , 80 г NaOH)
38. На амальгаму цинку масою 10 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. При цьому виділився нітроген діоксид об'ємом 2,33 л (н.у.). Розрахуйте масову частку цинку (%) в амальгамі. (Відповідь: 2,2%)
39. Сплав міді та алюмінію масою 4 г обробили надлишком концентрованого розчину лугу. Нерозчинний залишок промили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Одержаний розчин випарували, а сіль прожарили. Одержали тверду речовину масою 3,2 г. Розрахуйте масову частку міді у вихідній суміші (%). (Відповідь: 64%)
40. Який об'єм розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою речовини 14% необхідно використати для повного розчинення суміші купрум (II) оксиду та міді масою 20 г? Відомо, що якщо на таку ж суміш масою 4 г подіяти надлишком хлоридної кислоти, то після закінчення реакції залишиться 1,6 г нерозчинної речовини. (Відповідь: 264 мл)
41. Як з купрум (II) нітрат дигідрату добути 300 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 20%? Визначте масу використаного для цього кристалогідрату. (Відповідь: 107 г)
42. Суміш азоту, нітроген монооксиду та нітроген діоксиду об'ємом 264 мл пропустили крізь воду об'ємом 2 л. До 150 мл газів, які не поглинулись, добавили 48 мл кисню, після чого об'єм газів склав 165 мл. Усі виміри проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку нітроген монооксиду у вихідній суміші (%). (Відповідь: 25%)
43. Як повинні відноситись кількості речовин купрум (II) нітрату та аргентум нітрату в суміші, щоб після їхнього повного термічного розкладання маса одержаного залишку виявилась меншою за масу вихідної суміші на 39,62%? (Відповідь: 4:25)
44. При прожарюванні 12,1 г кристалогідрату купрум (II) нітрату маса речовини зменшилась на 8,1 г. Визначте формулу кристалогідрату. (Відповідь: $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
45. Об'єм азоту за нормальних умов становить 5,6 л. Обчисліть його масу. (Відповідь: 7 г)
46. Визначте об'єм, який займе амоніак масою 60 г за нормальних умов. (Відповідь: 79 л)
47. Дано 112 дм^3 азоту (н.у.). Розрахуйте: а) кількість речовини азоту; б) кількість молекул та атомів у заданому об'ємі. (Відповідь: а) 5 моль; б) $3,01 \cdot 10^{24}$ молекул, $6,02 \cdot 10^{24}$ атомів)
48. Відомо, що певна маса азоту містить $1,5 \cdot 10^{23}$ молекул. Розрахуйте: а) кількість речовини азоту; б) кількість атомів Нітрогену, які містяться в заданій масі газу; в) масу заданої кількості молекул; г) об'єм, який займе задана маса азоту (н.у.). (Відповідь: а) 0,25 моль; б) $3,01 \cdot 10^{23}$ атомів; в) 7 г; г) 5,6 л)
49. Газова суміш містить 200 мл O_2 , 40 дм^3 г NH_3 та 0,5 дм^3 N_2 (н.у.). Обчисліть: а) масу суміші; б) масові частки газів у суміші (%). (Відповідь: а) 31,27 г; б) 0,91% O_2 , 2% N_2 , 97,03% NH_3)
50. Змішали 112 мл азоту та 200 см^3 кисню (н.у.). Розрахуйте масову частку кисню в одержаній газовій суміші (%). (Відповідь: 67,1%)
51. Скільки атомів Нітрогену міститься у 54 г амоній карбонату $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, в якому масова частка домішок, що не містять Нітроген, дорівнює 20%? (Відповідь: $5,418 \cdot 10^{23}$)
52. Амоніак масою 20 кг пропустили крізь розчин нітратної кислоти. Обчисліть масу одержаної солі, якщо її вихід дорівнює 90%. (Відповідь: 84,7 кг)

53. У результаті взаємодії амоній хлориду масою 42,8 г з надлишком кальцій гідроксиду одержали амоніак об'ємом 15 л (н.у.). Визначте вихід амоніаку. (Відповідь: 83,7%)
54. З водню об'ємом 134,4 л (н.у.) і надлишку азоту синтезували амоніак кількістю речовини 1,2 моль. Визначте вихід амоніаку. (Відповідь: 30%)
55. З амоніаку кількістю речовини 2,4 моль одержали нітратну кислоту масою 126 г. Обчисліть вихід кислоти. (Відповідь: 83,3%)
56. Яку масу амоній сульфату можна добути з амоніаку кількістю речовини 2,8 моль при виході 95%? (Відповідь: 175,6 г)
57. Який об'єм амоніаку (н.у.) використали для добування амоній гідрогенфосфату масою 105,6 г, якщо його вихід дорівнював 88%? (Відповідь: 40,73 л)
58. На ділянку поля потрібно внести 10 кг Нітрогену. Яку масу амоніачної селітри потрібно для цього використати? (Відповідь: 28,6 кг)
59. Масова частка Нітрогену в суміші амоній фосфату $(\text{NH}_4)_3\text{P}_0_4$ та амоній дигідрогенфосфату $\text{NH}_4\text{H}_2\text{P}_0_4$ становить 18,47%. Встановіть масову частку (%) Фосфору в цій суміші. (Відповідь: 24,5%)
60. Масова частка Нітрогену в суміші, що містить амоній хлорид NH_4Cl та амоній сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, становить 23,71%. Визначте масову частку Хлору (%) в суміші. (Відповідь: 33,46%)
61. Розрахуйте масу кальцій гідрогенфосфату, що містить стільки Фосфору, скільки його є у 2,64 кг амоній гідрогенфосфату. (Відповідь: 2,72 кг)
62. Визначте масу фосфор (V) оксиду, яку можна одержати при спалюванні фосфіну, одержаного з кальцій фосфіду масою 54,6 г. (Відповідь: 42,6 г)
63. Який об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ($\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$) потрібно використати для повної нейтралізації H_3PO_4 , яку одержали з 10 кг кальцій ортофосфату, масова частка домішок в якому становить 10%? (Відповідь: 41,6 л)
64. Яку масу фосфориту, що містить 80% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, необхідно використати для одержання 10 кг ортофосфатної кислоти? (Відповідь: 19,8 кг)
65. У закритій посудині з повітрям об'ємом 20 л (н.у.) спалили 4 г фосфору. Визначте: а) масу утвореного фосфор (V) оксиду; б) тиск (в атм) у посудині після приведення речовин до початкових умов. (Відповідь: а) 9,2 г P_2O_5 ; б) 0,82 атм.)
66. Перетворення білого фосфору в червоний прискорюється присутністю йоду. Проміжною сполукою при цьому є сполука фосфору з йодом. Визначте її формулу, якщо масова частка Йоду в сполуці становить 89,12%, а густина її парів за воднем становить 285. (Відповідь: P_2I_4)
67. Визначте масу фосфору, яку можна добути з двох тонн фосфориту, масова частка кальцій фосфату в якому становить 80%. Відомо, що виробничі втрати складають 15%. (Відповідь: 272 кг)
68. Яку масу ортофосфатної кислоти можна одержати з 800 кг фосфориту, масова частка домішок в якому становить 35%? (Відповідь: 329 кг)
69. Визначте формулу кристалогідрату натрій фосфату, якщо після нагрівання 190 г його утворився твердий залишок масою 82 г. (Відповідь: $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)
70. Кальцій фосфід добувають з фосфориту та вугілля в електричних печах. Яку масу кальцій фосфіду можна добути з 50 кг фосфориту, масова частка кальцій ортофосфату в якому становить 62%, а виробничі втрати складають 5%? (Відповідь: 17,3 кг)
71. Яка сіль утвориться при зливанні 20 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% з розчином ортофосфатної кислоти масою 10 г з масовою часткою кислоти 49%? Визначте її масу. (Відповідь: 7,1 г Na_2HPO_4)
72. При окисненні фосфору розчином нітратної кислоти ($\rho = 1,414 \text{ г/мл}$, $W = 70\%$) одержали 34,3 г ортофосфатної кислоти. Визначте об'єм розчину кислоти, який витратили на реакцію з фосфором. (Відповідь: 111 мл)
73. На фосфор, одержаний з 34,444 г кальцій фосфату, масова частка домішок в якому становила 10%, подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Одержаний

- розчин повністю нейтралізували амоніаком. Визначте об'єм розчину барій хлориду ($W = 20\%$, $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$), який необхідно використати для повного осадження утворених в розчині фосфат-йонів. (Відповідь: 256 мл)
74. У розчин ортофосфатної кислоти масою 176,4 г ($W = 25\%$) помістили 28,4 г фосфор (V) оксиду. Обчисліть: а) масову частку кислоти в одержаному розчині (%); б) масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30%, яку потрібно додати до утвореного розчину, щоб кислоту повністю перетворити в калій гідрогенфосфат (Відповідь: а) 40,7%; б) 317,3 г)
 75. Фосфор (V) оксид, що утворився при спалюванні фосфору в кисні, розчинили в 100 мл розчину ортофосфатної кислоти ($\rho = 1,7 \text{ г/см}^3$, $W = 85\%$) При цьому масова частка кислоти зросла на 7%. Яку кількість речовини фосфору спалили? (Відповідь: 0,364 моль)
 76. Крізь розчин амоній дигідрогенфосфату масою 200 г з масовою часткою солі 4,6% пропустили газ, одержаний при взаємодії амоній хлориду масою 2,675 г з розчином калій гідроксиду, де містилось 10 г лугу. Розрахуйте маси речовин в одержаному розчині. (Відповідь: 6,6 г $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, 3,45 г $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)
 77. До розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 45 мл з масовою часткою кислоти 6% ($\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$) добавили 8 г фосфор (V) оксиду. Розрахуйте масову частку кислоти в одержаному розчині (%). (Відповідь: 25,4%)
 78. До розчину, що містить 0,3 моль ортофосфатної кислоти, добавили гашене вапно, в якому містилось 0,2 моль кальцій гідроксиду. Які солі утворяться в одержаному розчині? Визначте їхні маси. (Відповідь: 23,4 г $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 13,6 г CaHPO_4)
 79. Фосфор, виділений з 31 г кальцій ортофосфату, окиснили при нагріванні розчином нітратної кислоти об'ємом 27,9 мл з масовою часткою речовини 70% ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$). Після закінчення реакції до одержаного розчину долили 65,3 мл розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,225 \text{ г/см}^3$) з масовою часткою лугу 20%. Які речовини будуть міститись в одержаному розчині? Визначте їхні маси. (Відповідь: 14 г Na_3PO_4)
 80. Фосфор (V) оксид розчинили в розчині ортофосфатної кислоти масою 85,5 г з масовою часткою кислоти 50%. Масова частка кислоти в розчині при цьому збільшилась на 12,5%. Визначте маси червоного фосфору та бертолетової солі, які були використані для добування фосфор (V) оксиду. (Відповідь: 6,2 г P, 20,4 г KClO_3)
 81. Фосфін, одержаний при повному гідролізі кальцій фосфіду масою 145,6 г, спалили. Фосфор (V) оксид, що утворився, розчинили у 200 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 25% ($\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$). Визначте формулу солі, що утворилась, та її масову частку в одержаному розчині (%). (Відповідь: 52% NaH_2PO_4)
 82. На суміш цинк фосфіду і цинку подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділились водень та фосфін, об'єми яких відносились як 1:4. Визначте: а) масову частку цинку (%) у вихідному препараті; б) відношення мас речовин у вихідному препараті (з точністю до цілих). (Відповідь: а) 11,2%; б) 1:8)
 83. До розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 106,5 мл з масовою часткою речовини 40% ($\rho = 1,38 \text{ г/см}^3$) прилили 196,74 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ($\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$). З цього розчину нагріванням виділили 225,6 г кристалогідрату. Визначте формулу кристалогідрату. (Відповідь: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$)
 84. Фосфор масою 3,1 г розчинили в надлишку концентрованої нітратної кислоти. Для нейтралізації одержаного розчину витратили 50,4 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%. Визначте маси речовин в утвореному розчині. (Відповідь: 13,9 г K_2HPO_4 , 2,7 г KH_2PO_4)
 85. Розрахуйте масу фосфор (V) оксиду та масу силіцій діоксиду в їхній еквімолярній суміші масою 60,6 г. (Відповідь: 26,6 г P_2O_5 , 18 г SiO_2)
 86. В якій масі фосфор (V) оксиду міститься 6,2 г Фосфору? (Відповідь: 14,2 г)
 87. В якій кількості речовини кальцій фосфату міститься: а) 20 г Ca; б) 3,1 г фосфору; в) 0,03 моль фосфор (V) оксиду? (Відповідь: а) 0,17 моль; б) 0,05 моль; в) 0,03 моль)

88. Кісткове борошно містить кальцій фосфат, масова частка якого становить 88%. Визначте масу Фосфору, який міститься в 0,2 кг кісткового борошна. (Відповідь: 0,0352 кг P)
89. Яка маса Фосфору міститься в 300 кг фосфориту, масова частка кальцій фосфату в якому становить 90%? (Відповідь: 54 кг)
90. Визначте формулу кристалогідрату цинк фосфату, якщо відомо, що масова частка солі в ньому становить 84,2%. (Відповідь: $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$)
91. При взаємодії ортофосфатної кислоти з розчином натрій гідроксиду одержали натрій дигідрогенфосфат. Визначте молярну масу еквівалентів ортофосфатної кислоти. (Відповідь: 98 г/моль)
92. Скільки електронів міститься в 106,5 г фосфор (V) оксиду? (Відповідь: $3,16 \cdot 10^{25}$)
93. На спалювання певної кількості фосфору витратили 5,6 л кисню (н.у.). Визначте масу фосфор (V) оксиду, що при цьому утворився. (Відповідь: 14,2 г)
94. У результаті спалювання фосфору одержали фосфор (V) оксид масою 62,48 г. Який об'єм кисню (н.у.) витратили на спалювання фосфору? (Відповідь: 24,64 л)
95. Яку кількість речовини фосфору спалили, якщо одержали фосфор (V) оксид масою 51,12 г? (Відповідь: 0,72 моль)
96. Чи вистачить 0,2 м³ кисню (н.у.) для спалювання фосфору кількістю речовини 1,75 моль? (Відповідь: вистачить)
97. Яку масу фосфору можна добути з кальцій фосфату масою 2,5 т, якщо його вихід дорівнює 92%? (Відповідь: 0,46 т)
98. До розчину, що містить 5,88 г ортофосфатної кислоти, добавили розчин калій гідроксиду із вмістом луку 8,4 г. Розчин випарували. Визначте масовий склад одержаного твердого залишку. (Відповідь: 6,36 г K_3PO_4 , 5,22 г K_2HPO_4)
99. Розчин ортофосфатної кислоти із вмістом речовини 9,8 г помістили в вапняну воду, в якій містилось 0,13 моль кальцій гідроксиду. Визначте склад твердого залишку, одержаного в результаті випаровування розчину. (Відповідь: 9,3 г $Ca_3(PO_4)_2$, 5,44 г $CaHPO_4$)
100. До розчину, що містить 1,96 г ортофосфатної кислоти, добавили розчин, що містить 2,58 г калій гідроксиду. Визначте масу і склад твердого залишку, який можна одержати після повного випарювання одержаного розчину. (Відповідь: 1,29 г K_3PO_4 , 2,42 г K_2HPO_4)
101. Визначте масу розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20%, яку необхідно нейтралізувати лугом, щоб одержати 120 г суміші натрій гідрогенфосфату та натрій дигідрогенфосфату, у якій кількості речовин солей відносяться відповідно як 2:3. (Відповідь: 456 г)
102. Розчин ортофосфатної кислоти об'ємом 40 мл з концентрацією речовини 2 моль/л змішали з розчином натрій гідрогенфосфату масою 170,4 г з масовою часткою солі 5%. Визначте маси речовин, які будуть міститись в одержаному розчині. (Відповідь: 1,96 г H_3PO_4 , 14,4 г NaH_2PO_4)
103. Розчин ортофосфатної кислоти масою 19,6 г з масовою часткою кислоти 10% влили в розчин натрій гідрогенфосфату масою 7,1 г з масовою часткою солі 20%. Визначте масові частки речовин (%), які будуть міститись в одержаному розчині. (Відповідь: 3,7% H_3PO_4 , 9% NaH_2PO_4)
104. До суміші калій гідрогенфосфату та калій дигідрогенфосфату масою 66,9 г, у якій масова частка Калію дорівнює 34,98%, добавили розчин ортофосфатної кислоти масою 500 г з масовою часткою кислоти 1,96%. Визначте масові частки розчинених речовин в одержаному розчині. (Відповідь: 12% KH_2PO_4 , 1,5% K_2HPO_4)
105. В якій масі розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20% необхідно розчинити 28,4 г фосфор (V) оксиду, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини 35%? (Відповідь: 195 г)

106. Визначте молярну концентрацію ортофосфатної кислоти в її розчині з масовою часткою речовини 0,2 ($\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$). (Відповідь: 2,3 моль/л)
107. При нагріванні водного розчину метафосфатної кислоти утворюється ортофосфатна кислота. Розрахуйте масову частку метафосфатної кислоти (%) у розчині, при нагрівання якого одержали розчин ортофосфатної кислоти з масовою часткою речовини 19,6%. (Відповідь: 16%)
108. Визначте масу фосфорного ангідриду, яку необхідно розчинити в 120 г розчину ортофосфорної кислоти з масовою часткою H_3PO_4 35%, для отримання розчину з масовою часткою кислоти 40%. (Відповідь: 10 г)
109. Скільки кг розчину фосфорної кислоти з масовою часткою 20% можна отримати з 500 кг фосфориту, який містить 70% трьох заміщеного фосфату кальцію? (Відповідь: 1105 кг)
110. Речовина, отримана при спалюванні 6,2 г фосфору в 7,5 л (н.у.) кисню, розчинили в 50 мл води. Яка масова частка (%) H_3PO_4 в отриманому розчині? (Відповідь: 30,5% H_3PO_4)
111. В 25 мл розчину їдкого натру з масовою часткою NaOH 25% ($\rho = 1,280 \text{ г/мл}$) розчинений фосфорний ангідрид, отриманий при окисненні 6,2 г фосфору. Визначте вміст утвореної солі і її масову частку (%) в розчині. (Відповідь: NaH_2PO_4 ; 50%)
112. Визначте масову частку (%) розчину ортофосфорної кислоти, отриманого при розчиненні 35,5 г фосфорного ангідриду в 100 мл розчину ортофосфорної кислоти з масовою часткою H_3PO_4 85% ($\rho = 1,700 \text{ г/мл}$). (Відповідь: 94,16%)
113. При гідролізі 36,4 г фосфориту кальцію утворюється гідроксид кальцію і гідрид фосфору, який потім спалюють. Оксид фосфору (V), який утворився розчиняють в 50 г розчину їдкого натру з масовою часткою NaOH 25% ($\rho = 1,280 \text{ г/мл}$). Визначте вміст солі, яка утворилася і її масову частку в розчині. (Відповідь: 51,9% NaH_2PO_4)
114. Визначте масу бертолетової солі, яка вступила в реакцію з фосфором, якщо виділилося 71 г P_2O_5 . (Відповідь: 102 г)
115. Скільки грам фосфору розчинили в концентрованій азотній кислоті, якщо виділилося 11,2 л (н.у.) оксиду азоту (II). (Відповідь: 9,3 г)
116. Арсен утворює два оксиди, масові частки Оксигену в яких становлять відповідно 34,8% та 24,2%. Визначте молярну масу еквівалентів Арсену в кожному з оксидів. (Відповідь: 15 г/моль; 25 г/моль)
117. Розрахуйте число протонів та нейтронів в ядрі атома Вісмуту з масовим числом 209.