

Сполуки неметалічних елементів з Гідрогеном. Особливості водних розчинів цих сполук, їх застосування.



Утворення сполук неметалічних елементів з Гідрогеном



(гідроген хлорид, або хлороводень)



(гідроген нітрид, або амоніак);



(гідроген сульфід, або сірководень)

Періодична система хімічних елементів (коротка форма)

Періоди	Групи елементів								http://vkurok.ru/					
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	H 1 1,00794 Гідроген							He 2 4,00 Гелій	Порядковий номер Назва елемента систематична Атомна маса Символ 26 55,85 Fe Ферум					
2	Li 3 6,94 Літій	Be 4 9,01 Берилій	B 5 10,81 Бор	C 6 12,01 Карбон	N 7 14,00 Нітроген	O 8 15,99 Оксиген	F 9 18,99 Флуор	Ne 10 20,18 Неон						
3	Na 11 22,99 Натрій	Mg 12 24,30 Магній	Al 13 26,98 Алюміній	Si 14 28,08 Силіцій	P 15 30,97 Фосфор	S 16 32,06 Сульфур	Cl 17 34,453 Хлор	Ar 18 39,95 Аргон						
4	K 19 39,09 Калій	Ca 20 40,08 Кальцій	Sc 21 44,95 Скандій	Ti 22 47,88 Титан	V 23 50,94 Ванадій	Cr 24 51,99 Хром	Mn 25 54,94 Манган	Fe 26 55,85 Ферум	Co 27 58,93 Кобальт	Ni 28 58,69 Нікол				
	Cu 29 63,54 Купрум	Zn 30 65,39 Цинк	Ga 31 69,72 Галій	Ge 32 72,59 Германій	As 33 74,92 Арсен	Se 34 78,96 Селен	Br 35 79,90 Бром	Kr 36 83,80 Криптон						
5	Rb 37 85,46 Рубідій	Sr 38 87,62 Стронцій	Y 39 88,90 Ітрій	Zr 40 91,22 Цирконій	Nb 41 92,90 Ніобій	Mo 42 95,94 Молибден	Tc 43 (99) Технецій	Ru 44 101,07 Рутеній	Rh 45 102,90 Родій	Pd 46 106,42 Паладій				
	Ag 47 107,87 Аргентум	Cd 48 112,41 Кадмій	In 49 114,82 Індій	Sn 50 118,71 Станум	Sb 51 121,75 Стибій	Te 52 127,60 Телур	I 53 126,90 Іод	Xe 54 131,29 Ксенон						
6	Cs 55 132,90 Цезій	Ba 56 137,33 Барій	*La 57 138,90 Лантан	Hf 72 178,49 Гафній	Ta 73 180,95 Тантал	W 74 183,85 Вольфрам	Re 75 186,21 Реній	Os 76 190,21 Осмій	Ir 77 192,22 Іридій	Pt 78 195,08 Платина				
	Au 79 196,97 Аурум	Hg 80 200,59 Меркурій	Tl 81 204,38 Талій	Pb 82 207,20 Плюмбум	Bi 83 208,98 Бісмут	Po 84 (209) Полоній	At 85 (210) Астат	Rn 86 (222) Радон						
7	Fr 87 (223) Францій	Ra 88 226,02 Радій	**Ac 89 (227) Актиній	Rf 104 (261) Резерфордій	Db 105 (262) Дубній	Sg 106 (263) Сиборгій	Bh 107 (262) Борій	Hs 108 (265) Гасій	Mt 109 (266) Майтнерій	Uun 110 Унуннілій				
Вищі оксиди	R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	R₂O₇	RO₄						
Леткі водневі сполуки				RH₄	RH₃	H₂R	HR							
* **	Ce 58 140,12 Церій	Pr 59 140,90 Празеодим	Nd 60 144,24 Неодим	Pm 61 (147) Прометій	Sm 62 150,36 Самарій	Eu 63 151,96 Європій	Gd 64 157,25 Гадоліній	Tb 65 158,92 Тербій	Dy 66 162,50 Диспрозій	Ho 67 164,93 Гольмій	Er 68 167,26 Ербій	Tm 69 168,93 Тулій	Yb 70 173,04 Ітербій	Lu 71 174,96 Лютецій
	Th 90 232,04 Торій	Pa 91 (231) Протактиній	U 92 238,03 Уран	Np 93 (237) Нептуній	Pu 94 (244) Плутоній	Am 95 (243) Амерцій	Cm 96 (247) Кюрії	Bk 97 (247) Берклій	Cf 98 (249) Каліфорній	Es 99 (252) Ейнштейній	Fm 100 (257) Фермій	Md 101 (258) Менделевій	No 102 (259) Нобелій	Lr 103 (260) Лоуренсій

Загальна формула сполук елементів з
Гідрогеном має два варіанти написання —



Періоди	Групи елементів							http://vkurok.ru/
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Леткі водневі сполуки				RH_4	RH_3	H_2R	HR	

1. Склад і назви сполук неметалічних елементів з Гідроеном

Періоди	Групи				
	IV	V	VI	VII	VIII
2	C CH_4 метан	N NH_3 амоніак	O H_2O вода	F HF фтороводень	Ne —
3	Si SiH_4 силан	P PH_3 фосфін	S H_2S сірководень	Cl HCl хлороводень	Ar —
4		As AsH_3 арсин	Se H_2Se селеноводень	Br HBr бромоводень	Kr —
5			Te H_2Te телуководень	I HI йодоводень	Xe —

Леткі сполуки неметалічних елементів із Гідрогеном. Кольором позначено кислотно-основний характер їх водних розчинів:

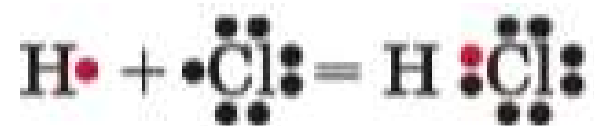
- не виявляють кислотно-основні властивості,
- виявляють основні властивості, — виявляють кислотні властивості

		Група				
		IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
2 період		BH₃ боран	CH₄ метан	NH₃ амоніак	H₂O вода	HF гідроген флуорид
3 період			SiH₄ силан	PH₃ фосфін	H₂S гідроген сульфід	HCl гідроген хлорид
4 період			GeH₄ герман	AsH₃ арсин	H₂Se гідроген селенід	HBr гідроген бромід
5 період				SbH₃ стибін	H₂Te гідроген телурид	HI гідроген йодид

Особливості розчинення у воді гідроген хлориду й амоніаку.

Сполуки неметалічних елементів із Гідроеном мають молекулярну будову. Галогеноводні та амоніак дуже добре розчиняються у воді.

- ▶ На підставі електронної будови атомів Хлору й Нітрогену, розглянемо електронні та структурні формули продуктів їхньої взаємодії з Гідроеном.
- ▶ Атому Хлору достатньо утворити одну спільну електронну пару з одним атомом Гідроену, щоб зовнішній енергетичний рівень обох атомів став завершеним:



- ▶ Атом Нітрогену за рахунок трьох неспарених електронів зовнішнього енергетичного рівня утворює три спільні електронні пари з трьома атомами Гідроену, і зовнішній енергетичний рівень кожного з атомів стає завершеним:



- ▶ Вид хімічного зв'язку в обох сполуках — ковалентний полярний. Спільні електронні пари зміщені в бік більш електронегативних атомів Хлору та Нітрогену.

1. Хімічні властивості водних розчинів гідроген хлориду і гідроген сульфід.



Водний розчин HCl поводить ся як сильна одноосновна кислота (ступінь дисоціації сполуки в розбавленому розчині перевищує 90 %), а розчин H₂S — як слабка двоосновна кислота.

Хімічні назви цих розчинів — хлоридна кислота, сульфідна кислота.

Хлоридна кислота реагує:

- ▶ з металами з виділенням водню:



- ▶ з основними та амфотерними оксидами:



- ▶ з основами та амфотерними гідроксидами:



- ▶ із більшістю солей:



Метали, розміщені в ряду активності праворуч від водню, із кислотами не взаємодіють

Ряд активності металів

Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Cr Zn Fe Cd Ni Sn Pb (H₂) Bi Cu Ag Hg Pt Au

зростає активність металів зліва направо

Класифікація кислот за їх силою

HClO₄ HNO₃ HI HBr HCl H₂SO₄

сильні кислоти

H₂SO₃ H₃PO₄ HF HNO₂

кислоти середньої сили

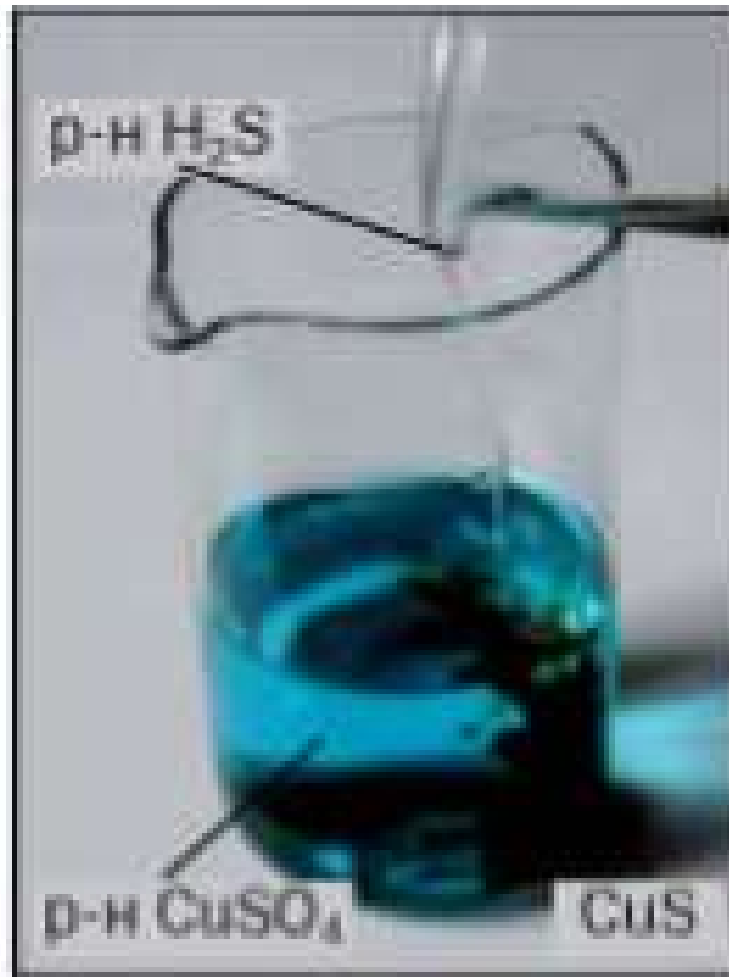
H₂CO₃ H₂S H₂SiO₃

слабкі кислоти

Реакція хлоридної кислоти із сіллю.



Реакція сульфідної кислоти із сіллю



2. Хімічні властивості водного розчину амоніаку

- ▶ Водний розчин амоніаку поводить ся в хімічних реакціях як дуже розбавлений розчин лугу.
- ▶ У розчині амоніаку між його молекулами і молекулами води утворюються водневі зв'язки $\text{H}_3\overset{\delta-}{\text{N}} \cdots \overset{\delta+}{\text{H}}\text{OH}$.
- ▶ Частина таких зв'язків спричиняє відокремлення катіонів H^+ від молекул води, які сполучаються з атомами Нітрогену молекул амоніаку ковалентним зв'язком за донорно-акцепторним механізмом: $\text{H}^+ + \text{NH}_3 = \text{NH}_4^+$.
йон амонію
- ▶ Аніони OH^- залишаються в розчині, створюючи в ньому лужне середовище. Реакція амоніаку з водою є оборотною:



- ▶ За звичайних умов перетворення зазнає менше 1 % розчиненого амоніаку. Частина газу постійно виділяється з розчину і зумовлює його характерний запах.
- ▶ Розчин амоніаку іноді називають розчином амонійної основи. Її формулу правильно записувати так: **$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$** .
- ▶ Однак у хімічних рівняннях використовуватимемо іншу формулу — **NH_4OH** .
- ▶ Цей запис указує на схожість водного розчину амоніаку з розчинами лугів за хімічними властивостями. Крім формули **NH_4OH** , вживають і назву гіпотетичної сполуки — амоній гідроксид.
- ▶ Завдяки основним властивостям розчин амоніаку взаємодіє майже з усіма кислотами. Це — реакції нейтралізації, у результаті яких утворюються солі амонію:



амоній хлорид

- ▶ Амоніак може взаємодіяти з хлороводнем і за відсутності води. Часто виконують відповідний дослід, відомий під назвою **«Дим без вогню»**. Одну скляну паличку занурюють у концентрований розчин амоніаку, іншу — в концентровану хлоридну кислоту. Потім палички зближують. З'являється білий дим. Його утворюють дуже дрібні кристалики амоній хлориду — продукту реакції між газами (амоніак і хлороводень постійно виділяються із крапель розчинів, які залишилися на паличках):



- ▶ Такий самий ефект можна спостерігати, якщо поставити склянки із вказаними розчинами поряд.
- ▶ Амоніак у водному розчині взаємодіє з багатьма солями. Реакції відбуваються з утворенням нерозчинної у воді основи або амфотерного гідроксиду:



Дослід «Дим без вогню»:



3. Реакції сірководню й амоніаку з киснем

- ▶ Сполуки неметалічних елементів з Гідрогеном (крім галогеноводнів) здатні горіти на повітрі або в атмосфері кисню. Це — окисно-відновні реакції. Вам відомо, що при горінні вуглеводнів залежно від кількості кисню можуть утворюватися вуглець, чадний або вуглекислий газ. Аналогічна особливість притаманна горінню сірководню:



- ▶ Амоніак горить в атмосфері кисню (але не на повітрі) з утворенням азоту і водяної пари:



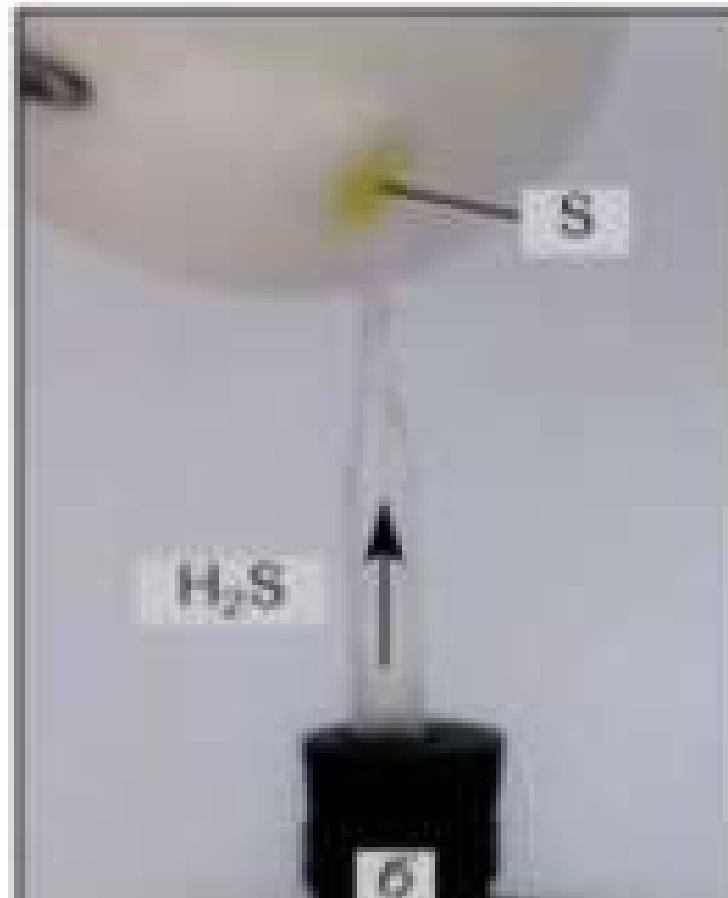
- ▶ Якщо реакція відбувається за наявності каталізатора (платини), то замість азоту утворюється нітроген(II) оксид:



Горіння сірководню:

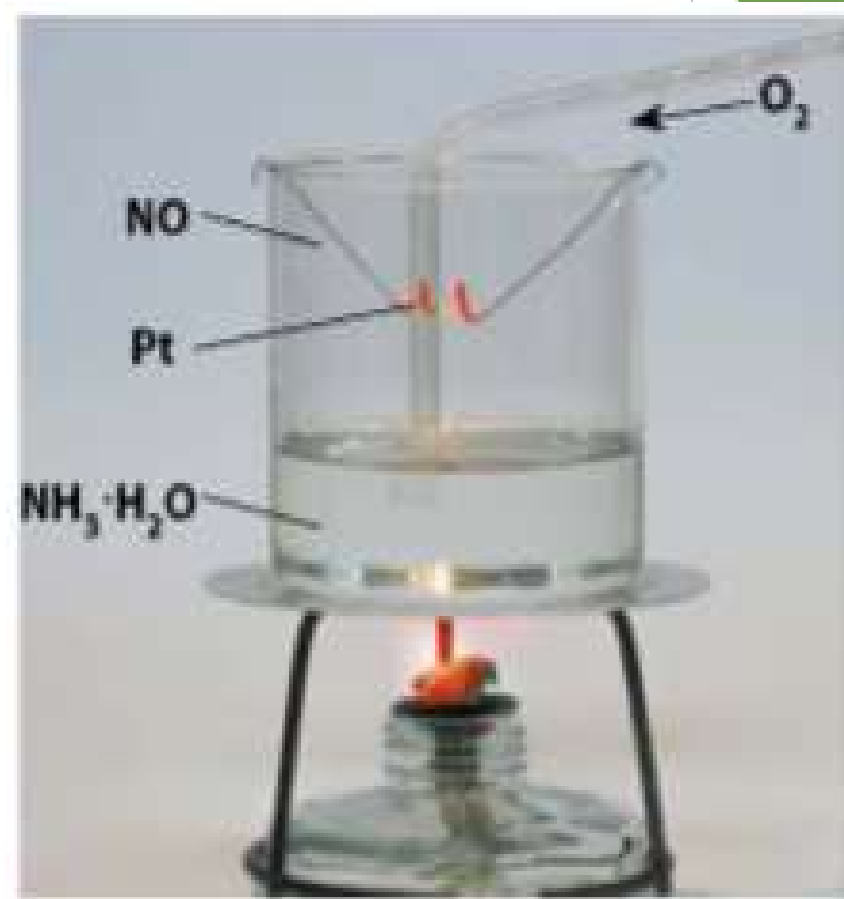
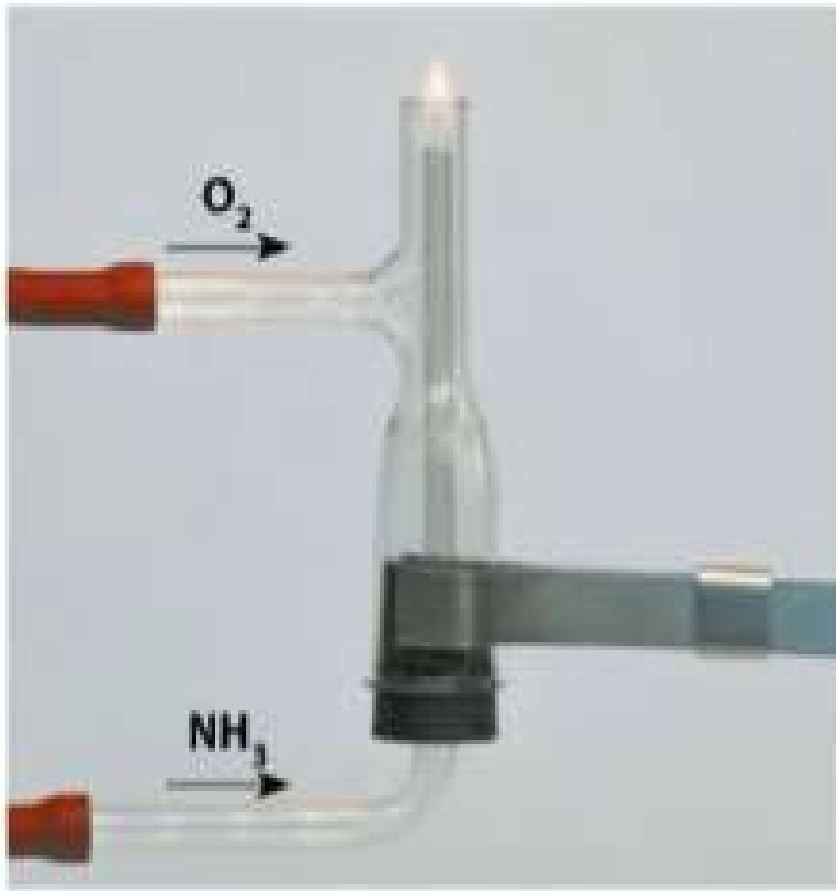
а — за достатнього доступу повітря;

б — за нестачі повітря.



Горіння амоніаку у збагаченому киснем повітрі

Окиснення амоніаку за наявності каталізатора



4. Застосування гідроген хлориду, амоніаку та гідроген сульфіду

Застосування гідроген хлориду і хлоридної кислоти

Виробництво хлоровмісних
органічних речовин

Очищення поверхні металів
від продуктів корозії

Виробництво
хлоридів

**ГІДРОГЕН ХЛОРИД.
ХЛОРИДНА КИСЛОТА**

Переробка руд

Здійснення гідролізу
целюлози

Добування хлору
в лабораторії

Застосування амоніаку



- ▶ Гідроген сульфід - дуже токсична сполука, що обмежує його застосування.
- ▶ В аналітичній хімії його та сульфідну кислоту використовують для осадження важких металів, сульфідів яких малорозчинні.
- ▶ У медицині - у складі природних і штучних сірководневих ванн, а також деяких мінеральних вод.
- ▶ Також його застосовують для добування сульфатної кислоти, сірки, сульфідів.



- ▶ Головним лікувальним чинником курорту «Синяк» (Закарпаття) є Синяцька сірководнева вода, синюватий відтінок якої й зумовив назву санаторію

- ▶ 1. Поясніть, чому хлоридна і сульфідна кислоти істотно різняться за силою.
- ▶ 2. У розчині гідроген хлориду на кожну молекулу сполуки припадає 14 йонів. Обчисліть ступінь дисоціації гідроген хлориду в цьому розчині.
- ▶ 3. Напишіть рівняння таких реакцій:
а) $\text{HCl} + \text{Al} \rightarrow$
 $\text{HCl} + \text{ZnO} \rightarrow$
б) $\text{HCl} + \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow$
 $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
- ▶ 4. Чому молекула амоніаку сполучається з катіоном Гідрогену?
- ▶ 5. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій між водними розчинами: а) сірководню і барій гідроксиду; б) амоніаку і ферум(III) сульфату.
- ▶ 6. Яку масу 10 %-го розчину хлороводню потрібно взяти для реакції з магній оксидом масою 4г?
- ▶ 7. Який об'єм газу (н. у.) виділиться під час взаємодії достатньої кількості хлоридної кислоти з кальцій карбонатом масою 10 г?
- ▶ 8. Обчисліть об'єм розчину амоніаку з масовою часткою NH_3 10 % і густиною $0,96\text{г/см}^3$, необхідний для осадження 26 г алюміній гідроксиду з розчину солі Алюмінію.
- ▶ 9. Який об'єм амоніаку теоретично можна одержати з водню об'ємом 6 л та азоту об'ємом 3 л?

► 10. Складіть рівняння реакцій, що відповідають скороченим йонно-молекулярним рівнянням:



► 11. Доберіть коефіцієнти методом електронного балансу:



► 12. Складіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:



- ▶ 13. Обчисліть об'єм нітроген(II) оксиду, який можна одержати шляхом каталітичного окиснення амоніаку об'ємом 100 л. Який об'єм кисню при цьому витратиться?
- ▶ 14. Який об'єм амоніаку (н. у.) потрібний для приготування його розчину масою 50 г із масовою часткою амоніаку 25 %?
- ▶ 15. Обчисліть об'єм амоніаку (н. у.), що утвориться під час нагрівання кальцій гідроксиду масою 9,2 г з амоній хлоридом масою 10,7 г.
- ▶ 16. Обчисліть масу натрій нітрату, що можна одержати нейтралізацією розчину натрій гідроксиду масою 200 г із масовою часткою лугу 4% нітратною кислотою.
- ▶ 17. Сплав золота зі сріблом називають електрумом. Зразок такого сплаву масою 1,5 г обробили концентрованою нітратною кислотою. При цьому виділився нітроген(IV) оксид об'ємом 89,6 мл (н. у.). Обчисліть масову частку золота в цьому зразку електруму.
- ▶ 18. Обчисліть масу нітратної кислоти, яку низкою перетворень можна добути з амоніаку об'ємом 5,6 л (н. у.), якщо відносний вихід продукту реакції становить 78%.
- ▶ 19. Змішали розчин нітратної кислоти масою 48 г із розчином калій гідроксиду масою 56 г, де масові частки розчинених речовин дорівнюють 26,25% і 16%, відповідно. Обчисліть маси розчинених речовин в отриманому розчині.

- 20. Запишіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:
- а) $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$;
 - б) $\text{KNO}_3 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3$;
 - в) $\text{Cu} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{KNO}_3$.
- 21. Складіть рівняння реакцій для здійснення перетворень:
- а) $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{CaHPO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$;
 - б) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.
- 22. Поживну цінність фосфатних добрив прийнято визначати, розраховуючи масову частку P_2O_5 у кожному з них. Обчисліть масову частку P_2O_5 у преципітаті.
- 23. Порівняйте масову частку Нітрогену в сечовині $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, амоніачній селітрі NH_4NO_3 та натрієвій селітрі NaNO_3 . Яке з цих добрив має найбільшу поживну цінність для рослин?
- 24. Юним агрономам дали завдання підгодувати яблуню амоніачною селітрою, приготувавши розчин: 1 г солі на 1 л води. Однак амоніачної селітри не було, і вони вирішили замінити її на калійну. Яку масу калійної селітри треба розчинити в 1 л води, щоб одержати розчин із тим самим умістом Нітрогену, що було потрібно?
- 25. Річну норму внесення в ґрунт фосфатних добрив визначають кількістю P_2O_5 . Яка маса преципітату потрібна для обробки поля площею 50 га протягом року, якщо норма внесення фосфатного добрива становить 120 кг P_2O_5 на гектар?