

Харківська обласна хімічна олімпіада 2024 р.

8 клас

1. Незамінний кристалогідрат. Семиводний кристалогідрат сульфату заліза (II) – незамінний препарат у садівництві. Він також відомий під назвою «залізний купорос». Його розчином обприскують дерева для захисту шкідників, застосовують при побілці стовбурів, а також для позбавлення рослин від мохів та лишайників.

1. Запишіть хімічну формулу кристалогідрату сульфату заліза (II) та розрахуйте масову частку води в ньому.

Ще одне важливе застосування залізного купоросу – лікування грибкових захворювань. Його розчином обробляють стовбур та гілки дерев до розпускання листків навесні.

2. Яку масу кристалогідрату садівнику треба розчинити у 15-ти літрах води, щоб отримати розчин з молярною концентрацією сульфату заліза (II) 1.5 моль/л для обробки дерев? Під час розрахунків вважати, що об'єм отриманого розчину дорівнює вихідному об'єму води.

Для захисту чагарників (смородини, полуниці, малини) від шкідників радять здійснювати обробку 3%-м (за масою) розчином сульфату заліза (II).

3. У садівника вже є готовий розчин об'ємом 13 л (густина р-ну – 1.087 г/мл) з масовою часткою сульфату заліза (II) 2%. Яку масу кристалогідрату треба додати до вже готового розчину, щоб отримати 3%-й розчин ?

2. Газові балони. Гази, які знаходять своє застосування в побуті, в лабораторіях, в медицині та промисловості зберігають у балонах. Оскільки газу займають великий об'єм, в таких балонах їх закачують під тиском. Так, наприклад, пропан (C_3H_8) – газ, який використовують в якості палива для газобалонних автомобілів. Його транспортують в червоних металевих балонах з надписом «пропан». В таких балонах він знаходиться в зрідженому вигляді, адже 1 кг рідкого пропану займає приблизно 2 л об'єму, в той час як об'єм 1 кг газоподібного пропану становить понад 500 л. Проте, не всі газу можна зробити рідкими в таких умовах. Такі газу як аргон, кисень, азот, наприклад, потребують для цього дуже низьких температур, тому в балонах вони знаходяться просто в стисненому вигляді. Балони, що заповнені киснем, активно використовуються в медицині, під час газополум'яної обробки та різання металів, при зварювальних роботах тощо. Вони зазвичай пофарбовані в блакитний колір.

Маємо балон об'ємом 30 л, який заповнений киснем. Тиск в ньому становить 1.6 МПа, а температура $T = 300$ К.

1. Розрахуйте масу газу, що знаходиться в балоні.

2. Визначте, скільки молекул кисню міститься в даному балоні за вказаних умов, а також за нормальних умов.

В хімічних лабораторіях часто можна побачити балони з аргонем або азотом. Їх використовують для створення інертної атмосфери під час проведення хімічних реакцій.

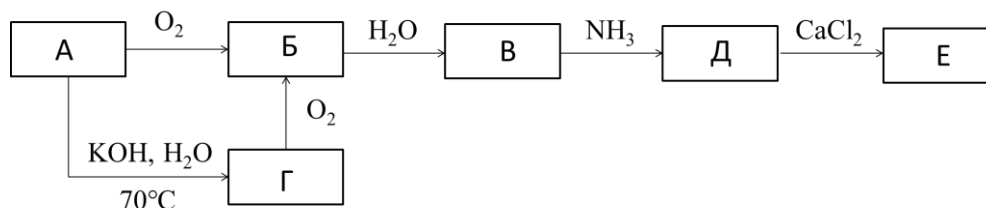
3. У скільки разів тиск, під яким знаходиться азот, має перевищувати тиск аргону, щоб при однаковій температурі густина цих двох газів була однаковою?

4. 26 г азоту займають об'єм 2.8 л під тиском $8.0510 \cdot 10^5$ Па. Який треба застосувати тиск за незмінної температури, щоб концентрація азоту була 0.15 моль/л?



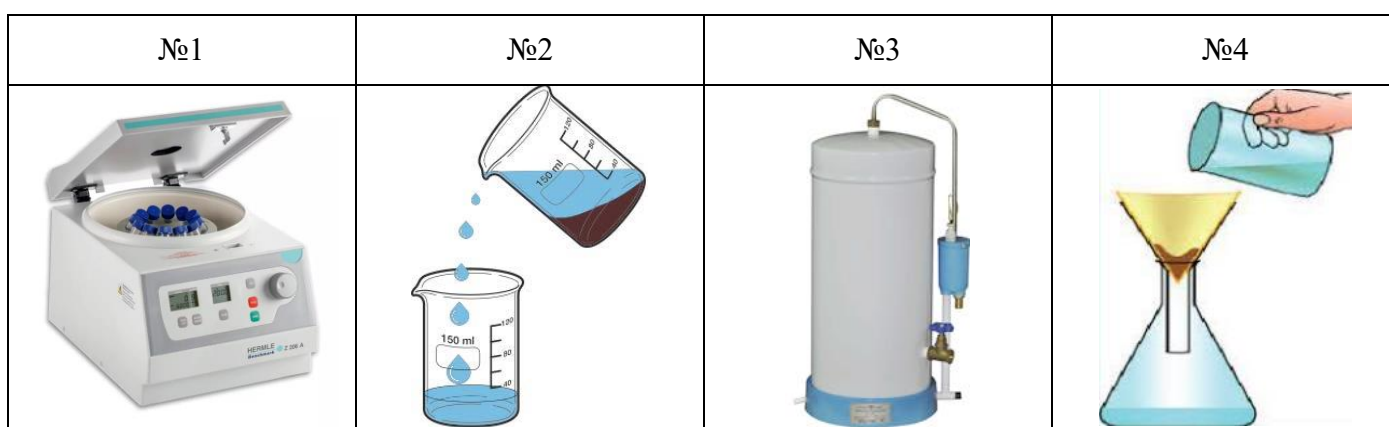
3. Світлоносні перетворення. Речовина **A** має білий колір (іноді з жовтуватим відтінком) та є однією з алотропічних модифікацій певного хімічного елемента; існують також його модифікації й іншого кольору. Киснем повітря речовина **A** легко окиснюється до оксиду **B** (масова частка кисню в ньому 56.34 %), який при розчиненні у воді дає кислоту **B**, що характеризується

як кислота середньої сили. При взаємодії речовини А із гарячим лугом утворюється токсичний газ Г із різким запахом гнилої риби, який горить на повітрі з утворенням оксиду Б. Взаємодія кислоти В з аміаком призводить до утворення солі Д, яка набула широкого використання в сільському господарстві, як добриво. При взаємодії кислоти В із солями кальцію утворюється нерозчинна у воді сіль Е, яка є головним компонентом кісткової тканини. Сіль Е також може бути отримана з солі Д. Описані хімічні перетворення відповідають схемі



1. Визначте, про які речовини А–Е іде мова.
2. Напишіть рівняння всіх хімічних реакцій, які відповідають вищенаведеній схемі.

4. Розділення сумішей на компоненти. На рисунках наведено лабораторні прилади, які використовуються для розділення сумішей речовин на компоненти.



1. Оберіть з наведеного списку назву методу розділення сумішей, що відповідає кожному з зображених приладів: хроматографія, фільтрація, магнітна сепарація, відстоювання, центрифугування, випарювання, дистиляція, електрофорез.

2. Для кожного методу розділення сумішей, що відповідає зображеним на рисунках приладам, наведіть приклад суміші речовин, яка може бути розділена цим методом на компоненти.

5. Молекулярні розваги. Вірите чи ні, але атоми також вміють розважатися! Поглянемо ближче на декілька з їх улюблених занять.

Перша гра, «Хто сильніший?».
Умови цього змагання прості: атоми мають брати участь парами; поки вони тримаються один за одного, а зв'язок між ними намагаються розірвати; перемагає той, хто витримає найбільшу прикладену ззовні енергію. Цього року участь у змаганні брали: два атоми Фтору, два атоми Оксигену, два атоми Нітрогену, а також два атоми Неону. Результати цього змагання ви можете побачити в таблиці. Глядачі підозрюють, що міцність зв'язку між атомами залежить від його кратності, але ніяк не можуть зрозуміти, чому тільки атоми Нітрогену утворили найміцніший потрійний зв'язок.

Команда	Енергія зв'язку, кДж/моль	Місце
$N \equiv N$	941	I
$O = O$	495	II
$F - F$	159	III
$Ne + Ne$	Атоми Неону так і не змогли триматися один за одного	IV

1. Виходячи із будови зовнішньої електронної оболонки наведених атомів поясніть, чому в простих речовинах вони утворюють зв'язки різної кратності (або взагалі не утворюють, як Неон), наведіть формули Л'юїса для двухатомних молекул простих сполук, що утворюються.

Друга гра, «Фігури». У цій грі атоми об'єднуються в молекули різного складу для того, щоб утворити фігури, перелік яких вони отримують на початку. Цього разу цілі були такі: пряма лінія, кут, плоский трикутник, тетраедр та тригональна піраміда. Для цього атоми об'єдналися у такі молекули: SO_3 , SO_2 , NH_3 , CO_2 , CH_4 .

2. Вкажіть відповідність між вказаними молекулами та геометричними фігурами, що відповідають їх формі. Поясніть вибір, наведіть відповідні структурні формули речовин.

Третя гра, «Перекидування електронів». Наймолодші та неслухняні атоми обоюдно перекидуються електронами. Однак, після цього завжди складно розібратися, хто забрав собі зайві електрони, а кому їх не вистачає.

3. Нижче наведені деякі атоми та їх можливі електронні конфігурації, але декілька з них не правильні: а) $\text{Be} - 2s^2 2p^3$, б) $\text{Co} - 3d^6 4s^2$, в) $\text{Ag} - 4d^{10} 5s^1$, г) $\text{I} - 4d^{10} 5s^2 5p^3$. З'ясуйте, хто ховає зайві електрони, а кому їх бракує. Підтвердіть це, написавши правильні електронні конфігурації атомів.

6. “Без рівнянь було б складніше!”. Спробуйте свої сили у розв'язанні задачі на розрахунки за рівняннями реакцій. Чи впорастесь Ви? Подана наступна схема, яка складається з трьох хімічних перетворень:



1. Відомо, що 100 г речовини **X** вступило в першу реакцію, для проведення другої реакції речовину **X** взяли у надлишку, а для проведення третьої реакції був взятий надлишок води. В результаті, як продукт, отримали водний розчин масою 2.32 кг з масовою часткою розчиненої речовини 15%. Враховуючи, що **X** – проста речовина, а **Y** – сполука складу XOH , визначте всі зашифровані в схемі речовини: **X**, X_aO_b , X_cO_d , **Y**.

2. Припустимо, для проведення хімічних перетворень була взята не чиста речовина **X**, а її технічний продукт із 90 % вмістом основної речовини. Нехай, в першу реакцію вступило 100 г технічного продукту, а далі були проведені реакції (2) та (3) з отриманням водного розчину тієї ж маси (2,32 кг). Вважаючи, що єдиною домішкою речовини **X** є продукт її окиснення на повітрі, який утворюється відповідно до реакції (1), розрахуйте масову частку розчиненої речовини в отриманому розчині.

3. До розчину, отриманого в результаті хімічних перетворень, описаних у пункті 1, додали 4.35 л розчину сульфатної кислоти з концентрацією 1 моль/л. Розрухуйте кількість речовини солі, що утворилася в результаті додавання сульфатної кислоти.

4. Вкажіть колір, якого набуває папірець з універсальним індикатором при зануренні до розчину, що утворився після додавання сульфатної кислоти. Відповідь обґрунтуйте за допомогою розрахунків.

7. Завдання експериментального туру. Для проведення експерименту було взято безбарвну прозору рідину **A**, яку налили у дві конічні колби (Фото 1-4). Потім до першої колби додали просту речовину **B** чорного кольору, що призвело до бурхливого виділення газу **G** (Фото 5-7). До колби, що була заповнена газом **G** внесли тліючу скіпку, яка відразу спалахнула (Фото 8-9). Потім до другої колби додали доволі велику кількість бінарної неорганічної речовини **B** чорного кольору, що також призвело до бурхливого виділення газу **G** (Фото 10-11). Після завершення виділення газу **G** в обох колбах залишилась безбарвна прозора рідина **D** та нерозчинні у рідині **D** тверді речовини **B** та **B** (Фото 12).

1. Визначте, які речовини **A**, **B** та **B** було взято для проведення експерименту, а також продукти **G** та **D**, що утворилися. Для надання обґрунтованої відповіді скористайтеся такою інформацією:

а) Відносна густина пари речовини **D** за воднем дорівнює 9.
б) Речовини **A** та **D** мають однаковий якісний, але різний кількісний склад.
в) Проста речовина **B**, що утворена з атомів елемента **X**, здатна взаємодіяти з газом **G** з утворенням двох бінарних сполук, молярні маси яких відносяться як 7 до 11.

г) До складу сполуки **B** входять атоми елемента **Y**, а також елемента, атоми якого входять до складу речовин **A** та **D**. Масова частка елемента **Y** у складі речовини **B** становить 63.19 %.

2. Напишіть рівняння всіх реакцій, які перебігають під час проведеного експерименту.

3. Опишіть метод, яким можна отримати речовину **A**.

4. Які інші прості речовини, що утворені атомами елемента **X**, вам відомі?

Таблиця розчинності неорганічних сполук

Іони	Br ⁻	CH ₃ COO ⁻	CN ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	I ⁻	NO ₃ ⁻	OH ⁻	PO ₄ ³⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻
Ag ⁺	Н	М	Н	Н	Н	Р	Н	Р	-	Н	Н	М
Al ³⁺	Р	+	?	-	Р	М	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ba ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н
Be ²⁺	Р	+	?	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ca ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Р	Р	М	Н	М	М
Cd ²⁺	Р	Р	М	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Co ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Cr ³⁺	Р	+	Н	-	Р	М	Н	Р	Н	Н	+	Р
Cs ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cu ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	-	Р	Н	Н	Н	Р
Fe ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	М	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Fe ³⁺	Р	-	-	-	Р	Н	-	Р	Н	Н	-	Р
Hg ²⁺	М	Р	Р	-	Р	+	Н	+	-	Н	Н	+
Hg ₂ ²⁺	Н	М	-	Н	Н	М	Н	+	-	Н	-	Н
K ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Li ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	М	Р	Р
Mg ²⁺	Р	Р	Р	М	Р	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Mn ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
NH ₄ ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	+	Р
Na ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Ni ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Pb ²⁺	М	Р	Н	+	М	М	М	Р	Н	Н	Н	Н
Rb ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Sn ²⁺	+	+	-	-	+	М	М	+	Н	Н	Н	Р
Sr ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р	Н
Tl ⁺	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	Р	Р	М	Н	М
Zn ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р

Позначення: Р – добре розчинний; М – малорозчинний; Н – практично нерозчинний; + – повністю реагує з водою чи не випадає з водного розчину; - – не існує, ? – дані про розчинність відсутні.

Періодична система елементів Д. І. Менделєєва

1																	18
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -