

Харківська обласна хімічна олімпіада 2022 р.

9 клас

1. Гідроліз. Сполука **A** (складається з трьох елементів) є безбарвною неорганічною рідиною з різким запахом, яка важче за воду та повільно реагує з нею. Зразок сполуки **A** масою 13.50 г розчинили у надлишку води (виділення газу не спостерігалось), а об'єм розчину довели до 2 л. З одержаного розчину відібрали аліквоту 50 мл, при додаванні до якої надлишку розчину BaCl_2 одержали 0.5835 г осаду, який не містить фосфору та не утворює газу під дією кислоти. На повну нейтралізацію другої такої ж аліквоти (50 мл) повністю витратили водний розчин 0.400 г NaOH .

1. Що таке аліквота?
2. За допомогою розрахунків визначте сполуку **A**.
3. Запишіть рівняння усіх реакцій, які відбулися.
4. Визначте форму молекули сполуки **A**, назвіть тип гібридизації центрального атома.
5. Наведіть рівняння реакції одержання сполуки **A**, а також рівняння можливих реакцій сполуки **A** з HI і NH_3 .

2. Розклад. При обробці солі **A** масою 1.185 г надлишком розчину NaOH при нагріванні утворюється 336 мл газу (н.у.) **B**. При обробці такого самого зразка солі **A** надлишком розчину хлоридної кислоти утворюється 336 мл газу (н.у.) **B**. Третій зразок солі **A** тієї ж маси прожарили при температурі 150°C і тиску 101325 Па та спостерігали повний розклад солі, причому утворилося 1.56 л газової фази (при 150°C та атмосферному тиску). При швидкому охолодженні газової фази до 0°C жодна реакція не перебігає, а об'єм суміші зменшується до 672 мл (при атмосферному тиску).

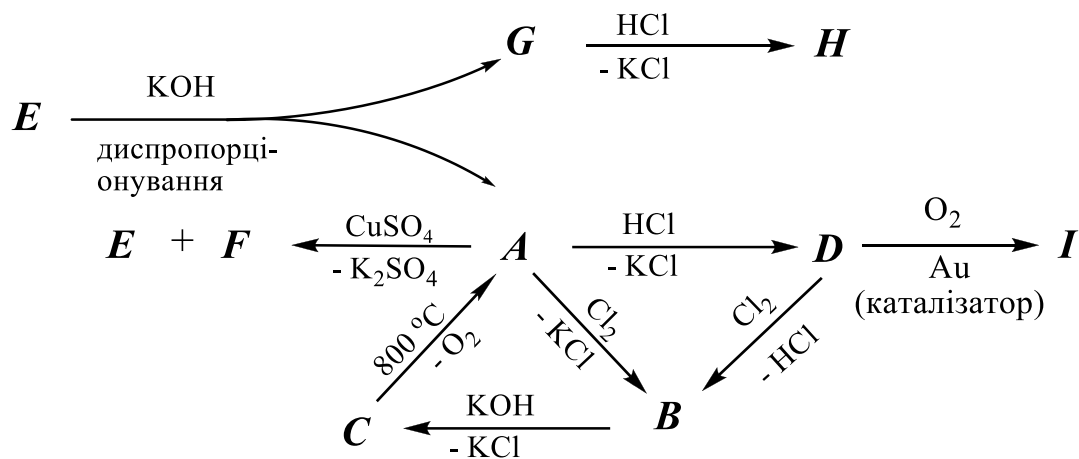
1. З якими двома процесами може бути пов'язане зменшення об'єму утвореної газової фази при охолодженні?
2. Використовуючи розрахунки, визначте сполуки **A**, **B** та **B**.
3. Запишіть рівняння усіх реакцій, які відбуваються.
4. Вкажіть, яку геометричну форму мають молекули газів **B** та **B**? Назвіть тип гібридизації центрального атома у складі молекул **B** та **B**.

3. Вуглеводень. Довгий час не могли дійти висновку, яку будову має вуглеводень **X** (масова частка одного з елементів 92.3 %). Дж. Дьюар запропонував її біциклічною з двома подвійними зв'язками (**X1**). А. Ладенбург запропонував структуру, що не має кратних зв'язків (**X2**). А. Кекуле запропонував моноциклічну структуру, з трьома подвійними зв'язками (**X3**). Зазначимо, що кількість атомів у молекулах **X1**, **X2** та **X3** однакова.

1. Зобразіть структуру, що запропонував Дьюар.
2. Зобразіть структуру, що запропонував Ладенбург.
3. Зобразіть структуру, що запропонував Кекуле.
4. Зобразіть ще хоча б 5 ізомерів **X**.
5. Який вищезазначених вчених був ближчий до істинної структури **X**?
6. До якого класу вуглеводнів відноситься **X**? Чи дійсно **X** має таку структуру, як вважав вчений з п. 5? Якщо ні, то що виявилось не так?

Довідка. Ізомери є сполуками з однаковим складом, але різною будовою. Моноциклічний – той, що містить одне кільце атомів. Біциклічний – той, що містить два кільця атомів, з'єднані спільним зв'язком чи зв'язками.

4. АБВГД. Відомо, що: **A** – сіль, токсична речовина; **B** – токсичний газ, нестійкий; **C** – малотоксична стійка сіль; **D** – отруйний газ, має запах мигдалю; **E** – токсична вогнебезпечна речовина; **F** – сіль Cu(I) ; **G** у реакції з солями гідраргіуму утворює вибухонебезпечну речовину; **H** – отруйний газ, має запах мигдалю; **I** – токсична речовина з запахом оцтової кислоти. Речовини **C** та **G** мають однаковий якісний та кількісний склад, речовини **I** та **H** – також. Речовина **I** може існувати у вигляді 2-х таутомерних форм (ізомери, які відрізняються положенням рухливого атома гідрогену).



1. Визначте усі невідомі речовини у схемі.
2. Зобразіть таутимери речовини *I*.
3. Де використовується речовина *A*? Наведіть щонайменше 1 приклад.

5. Еквівалент. *A*, *B* та *C* – леткі оксиди одного і того ж невідомого елемента *X*. Дані про масові частки невідомого елемента та кисню в них перемішано. Вони складають 46.68%, 36.35%, 30.45%, 53.32%, 63.65%, 69.55%. Відомо, що найбільший вміст кисню спостерігається для *A*, а найменший – для *C*.

1. За допомогою розрахунків визначте елемент *X* та сполуки *A*, *B*, *C*.
2. Наведіть щонайменше по одному способу синтезу сполук *A*, *B* та *C*.
3. Вкажіть форму молекул сполук *A* та *C*, а також тип гібридизації центрального атома.

6. Змішай! 1. Розрахуйте, які маси NaCl та води слід змішати, щоб приготувати 100 г 26%-ного водного розчину NaCl ?

2. Розрахуйте, які маси сухого NaCl та 20%-ного водного розчину NaCl слід змішати, щоб приготувати 100 г 26%-ного водного розчину NaCl ?

3. Розрахуйте, які об'єми 10%-ного водного розчину NaCl (густина 1.07 г/мл) та 26%-ного водного розчину NaCl (густина 1.20 г/мл) слід змішати, щоб приготувати 100 мл 23%-ного водного розчину NaCl (густина 1.17 г/мл)?

4. Розрахуйте, які маси $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$ та води слід узяти, щоб отримати 100 г 10%-ного розчину Na_2CO_3 ?

Довідка. Для обчислень використовуйте молярні маси речовин з точністю до 0.5 г/моль.

7. Завдання експериментального туру. У п'яти пронумерованих (1–5) конічних колбах знаходяться розчини алюміній сульфату, калій гідроксиду, амоній нітрату, натрій карбонату та калій хлориду.

1. Визначте, в якій колбі знаходиться кожен з розчинів, якщо:

а) розчин універсального індикатора змінює своє забарвлення у 1-й та 2-й колбі на синє, у 3-й та 5-й – на червоне, у 4-тій – на зелене;

б) при додаванні до розчину 3 розчину 1 випадає білий драглистий осад, який розчиняється в надлишку розчину 1;

в) при додаванні до розчину 2 розчину 3 випадає білий драглистий осад та виділяється газоподібна речовина без запаху;

г) при додаванні до розчину 5 розчину 1 виділяється газоподібна речовина з різким запахом, що посилюється при нагріванні. Вологий універсальний індикаторний папірець синіє у присутності цього газу.

2. Напишіть молекулярні та іон-молекулярні рівняння реакцій б), в), г).

3. Поясніть, зміну забарвлення індикатора в розчинах 1 та 2.

4. Розрахуйте молярну концентрацію розчину 1 та масову частку розчиненої речовини у цьому розчині, якщо його $\text{pH} = 12$. Густина розчину прийміть за 1 г/мл.

Довідка: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$, $\lg[\text{H}^+] + \lg[\text{OH}^-] = -14$.

Періодична система елементів Д.І. Менделєєва

1

18

1 H 1.008																	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 -

Таблиця розчинності неорганічних сполук

Ионы	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.