

Харківська обласна хімічна олімпіада 2017 р.

10 клас

1. Органічна загадка. Безбарвний органічний газ **A**, що має густину 0.716 кг/м^3 (н.у.), розкладається за температури 1500°C з утворенням двох газів **B** та **C**. Гідратація **B** призводить до утворення рідкої за н. у. речовини **D**, що дає реакцію срібного дзеркала. **B** взаємодіє з **C** на каталізаторі складу $\text{Pd/CaCO}_3/\text{Pb}^{2+}$, при цьому утворюється газ **E** з густиною за воднем 14. Його гідратацією можна одержати рідину **F**.

1. Назвіть структурні формули речовин **A–F**.
2. Напишіть рівняння усіх згаданих реакцій.
3. З якою метою використовується каталізатор, що містить Pb^{2+} -вмісну каталітичну отруту?
4. Речовина **E** є основою для синтезу одного з найважливіших промислових матеріалів. Назвіть цей матеріал і напишіть рівняння реакції його одержання.

2. Просто додай води. В лабораторії є дистильована вода, сульфатна кислота (густина 1.73 г/см^3 , масова частка сульфатної кислоти 80 %), твердий KOH , металічний алюміній.

1. Розрахуйте масу луку, алюмінію та об'єм кислоти, необхідні, щоб приготувати 1 л:
 - а) розчину KHSO_4 з концентрацією 0.5 моль/л ;
 - б) розчину, що містить по 2% (за масою) K_2SO_4 та KHSO_4 (густина розчину 1 г/см^3);
 - в) розчину $\text{KAl(SO}_4)_2$, що містить $12.04 \cdot 10^{23}$ сульфат-іонів.
2. Запишіть рівняння усіх реакцій, що проходять під час їхнього приготування.

3. Цикли та ізомери. При згорянні 4.48 л (н.у.) суміші ізомерних вуглеводнів **A**, **B** і **B** утворюється 13.4 л вуглекислого газу (н. у.) і 7.2 г води. Циклічний вуглеводень **A** при нагріванні незворотно ізомеризується у вуглеводень **B**, який при нагріванні в присутності певного каталізатора здатний утворювати циклічні ароматичні тримери **Г** та **Д**. Вуглеводень **B** за певних умов теж здатний перетворюватися на **B**, а при нагріванні за відсутності каталізатора **B** утворює суміш циклічних димерів **E** та **Ж**.

1. Визначте молекулярну формулу вуглеводнів **A–B**. Напишіть структурні формули можливих ізомерів, що відповідають цій формулі.
2. Визначте структурні формули сполук **A–Ж**, якщо **B** дає осад з аміачним розчином оксиду срібла, а сполуки **Г** та **E** можуть утворювати лише по дві монобромпохідні. Поясніть свою відповідь.
3. При використанні іншого каталізатора **B** вступає в реакцію циклотетрамеризації. Напишіть структурні формули можливих продуктів тетрамеризації **B**.

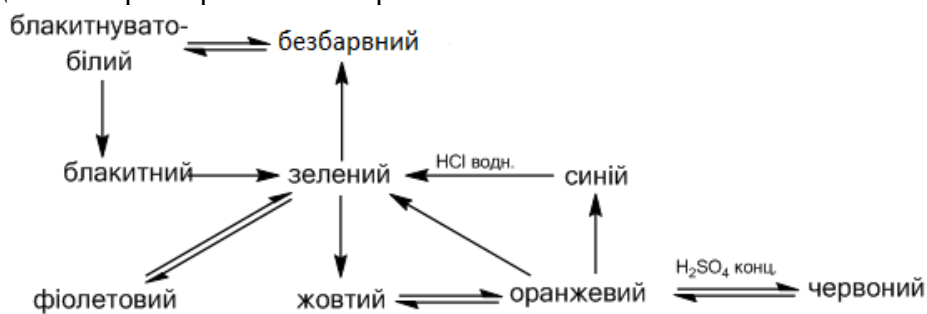
4. Одного разу в місті N. Одного разу в місті N сталася аварія на заводі з виробництва фосфорних добрив. В результаті прикрої помилки відходи, основним компонентом яких був фосфат натрію, потрапили до місцевої річки.

Для аналізу аліквоту річкової води об'ємом 100.0 мл перенесли до мірної колби місткістю 500.0 мл , довели до мітки дистильованою водою. Потім з утвореного розчину відібрали 10.00 мл , перенесли до конічної колби, додали аміаку до $\text{pH} = 10$ та 25.0 мл 0.020 M розчину хлориду магнію. У результаті утворився нерозчинний фосфат, який в своєму складі містить два різні катіони. На титрування надлишку магнію у розчині в присутності еріохрому чорного **T** витратили 10.00 мл 0.025 M розчину ЕДТА.

1. Наведіть три приклади фосфатних добрив (формула та назва).
2. Наведіть рівняння реакцій, про які йшла мова в завданні.
3. Для чого використовувався еріохром чорний **T** та на чому заснована його дія?
4. Розрахуйте концентрацію фосфат іонів у річковій воді.
5. Визначте pH річкової води, якщо відомо, що до аварії її $\text{pH} = 7$. Впливом розчинного вуглекислого газу та інших компонентів води знехтувати. Для фосфорної кислоти $\text{pK}_{a1} = 2.15$, $\text{pK}_{a2} = 7.2$, $\text{pK}_{a3} = 12.35$.

Примітка: ЕДТА – сіль етилендіамінтетраоцетової кислоти. Аніон має заряд «4–». З катіонами металів аніон реагує в співвідношенні 1:1.

5. Веселка. Серед елементів періодичної системи є один, назва якого перекладається зі старогрецької як «веселка». Але сьогодні мова піде не про нього, а про зовсім інший елемент – Хром. Деякі хімічні перетворення його сполук можна описати схемою, наведеною нижче. Кожний колір відповідає лише одній сполуці, причому всі сполуки містять Хром, а всі перетворення проходять в одну стадію. Для деяких перетворень вказані реагенти.



Відомо, що:

- 1 моль безбарвної сполуки при нагріванні розкладається на 1 моль хрому та 6 моль отруйного газу **Y**, густина якого близька до густини повітря;
 - блакитна, зелена та фіолетова сполуки є аквакомплексами (комплексними сполуками, що містять у внутрішній сфері молекули води як ліганди) та мають однаковий якісний склад;
 - зелена сполука у внутрішній сфері містить два ліганди у мольному співвідношенні 2:1, а її комплексний катіон має заряд +1;
 - перетворення синьої сполуки на зелену відбувається в водному розчині самочинно та супроводжується виділенням газу **Z**, який є сильним окисником;
1. Назва якого елемента перекладається як «веселка»?
 2. Розшифруйте схему перетворень сполук Хрому. Як перекладається його назва?
 3. Напишіть рівняння всіх хімічних перетворень.
 4. Напишіть електронну будову Хрому в найпоширеніших ступенях окиснення +3 та +6.

6. Ожеледиця. Для боротьби з ожеледицею використовується ефект зниження температури замерзання розчину порівняно з чистим розчинником. В якості протиожеледних реагентів часто використовують NaCl або CaCl₂. Юний Хімік знає, що зниження температури замерзання можна знайти за формулою $T_0 - T = iK_m$, де T_0 – температура замерзання чистого розчинника, K – криоскопічна стала розчинника, m – моляльність розчину (кількість розчиненої речовини в 1 кг розчинника), i – кількість іонів, на які дисоціює реагент. Він припустив, що товщина шару льоду на дорозі складає 1 мм, його густина – 999,8 кг/м³, температура становить –3°C, а солі повністю дисоціюють. Криоскопічна стала води 1.86 К·кг/моль.

1. Розрахуйте мінімальну масу NaCl, необхідну для обробки 1 м² дороги, щоб усунути ожеледь.
2. Замість NaCl для обробки дороги використали таку ж масу CaCl₂. Як і у скільки разів зміниться величина $T_0 - T$?
3. З якою метою CaCl₂ використовується в хімічній лабораторії? Наведіть не менше 2 прикладів.
4. Юний Хімік забув підписати пакунки з CaCl₂ та NaCl. Яким чином він може їх розрізнити? Якщо необхідно, наведіть рівняння відповідних реакцій.

7. Завдання експериментального туру. Реакція Ландольта. У хімічний стакан наливають розчин NaIO₃ (0.02 моль/л), підкислюють H₂SO₄, додають розчин крохмалю і доводять дистильованою водою до об'єму 250 мл (розчин 1). В інший стакан наливають такий самий об'єм розчину Na₂SO₃ (0.008 моль/л) (розчин 2). До розчину 2 швидко додають розчин 1 і вмикають секундомір. При цьому через деякий час розчин різко змінює свій колір і стає темно-синім. Дослід повторюють тричі, кожного разу змінюючи лише об'єм розчину NaIO₃.

Відомо, що в системі перебігають 3 окисно-відновні реакції, одна з яких швидка, а дві інші – повільні.

1. Запишіть сумарне рівняння реакції. Навіщо в експерименті використовують крохмаль?
2. Поясніть, чому змінюється час появи забарвлення у 3 дослідах. Як би змінився цей час, якби експеримент проводили за більш низької температури?
3. Запишіть згадані окисно-відновні процеси. Чому забарвлення з'являється через деякий час, а не відразу?
4. Юний хімік вирішив прискорити цей процес та збільшив концентрації сульфїту у 100 разів. Однак забарвлення так і не з'явилося. Чому?