

# Харківська обласна хімічна олімпіада 2016 р.

## 10 клас

**1. Мінералка.** На плящі з мінеральною водою наведений такий вміст солей:

Катіон	Вміст, мг/л	Аніон	Вміст, мг/л
K <sup>+</sup>	425	Cl <sup>-</sup>	2000
Na <sup>+</sup>	345	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	440
Ca <sup>2+</sup>	356	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<b>X</b>
Mg <sup>2+</sup>	281		

1. Розрахуйте молярні концентрації всіх іонів, для яких вказана масова концентрація.
2. Розрахуйте молярну (моль/л) та масову (мг/л) концентрації сульфат-аніона.
3. Використовуючи довідкові дані, розрахуйте рН цієї мінеральної води.
4. Покажіть розрахунками, чи можуть в такій концентрації одночасно існувати в розчині іони Ca<sup>2+</sup> і SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Довідкові дані:  $pK_{a1}(H_2O+CO_2) = 6.53$ ;  $pK_{a2}(H_2O+CO_2) = 10.33$ ;  $pK_w = 14$ ;  $pK_s(CaSO_4) = 4.6$ .

**2. Солі.** Відомо, що сполуки лужних металів по-різному забарвлюють полум'я газового пальника. Учневі запропонували розпізнати зразки хлоридів лужних металів (Li, Na, K, Rb, Cs). Для цього він узяв мідний дріт, прожарив його в полум'ї пальника до повного почорніння поверхні. Потім він занурював дріт почергово в розчини солей і кожен раз вносив його в полум'я пальника, спостерігаючи за забарвленням. Однак у всіх випадках забарвлення полум'я було однаковим.

1. В який колір кожного разу забарвлювалось полум'я? Поясніть цей факт.  
У наступному експерименті учень взяв платиновий дріт та повторив експеримент. При цьому він спостерігав різне забарвлення полум'я для кожного металу.
2. Яке забарвлення учень спостерігав для кожного з хлоридів металів?  
Далі для аналізу суміші NaF, KBr і BaCl<sub>2</sub> загальною масою 3.69 г учень провів наступний експеримент. Суміш солей повністю розчинив у воді і додав надлишок розчину AgNO<sub>3</sub>. Осад, який випав, він відфільтрував, промив водою і висушив. Його маса склала 4.75 г. До отриманого фільтрату він додав надлишок H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Маса осаду після фільтрування, промивання і висушування склала 2.33 г.
3. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
4. Розрахуйте масові частки солей у початковій суміші.

**3. Якнайпростіше.** Старшокласник часто забуває елементарні розрахунки, і від найлегшого завдання очікує якого-небудь підступу. Перевіримо вашу уважність та кмітливість!

1. Розрахуйте, зразок якої речовини містить більше атомів: а) 10 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·10H<sub>2</sub>O чи 20 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>; б) 2 кг сірки (S<sub>8</sub>) чи 4 кг сірки (S<sub>4</sub>); в) 1 моль оксиду фосфору (V) чи 0.8 моль оксиду фосфору (III)?

2. Розрахуйте масу продуктів реакції, які утворюються при взаємодії 50 г CaO та 50 г H<sub>2</sub>O.

3. Визначте об'єм вуглекислого газу (н. у.), який утвориться при спалюванні на повітрі 1 л пропану (н. у.), якщо вихід реакції складає 95%.

**4. Рецепти філософського каменя.** Рецепти приготування Філософського Камня настільки ж численні, як і самі алхіміки. Розшифровку одного з таких рецептів зробив французький хімік Жан-Батист Андре Дюма. Він довів, що під філософської ртуттю алхімік Ріплі розумів метал **X**. Ось цей рецепт.

«Прожаривши його (**X**) до 500°C на повітрі, отримаєш порошок Жовтого Змія (сполука **A**). При подальшому прожарюванні до 600°C він перетворюється на Червоного Лева (сполука **B**, w(**X**) = 90.67%). Якщо нагрівати до 880°C, утворюється рідина, яка при охолодженні стає

червонувато-жовтої масою (як і в **A**,  $w(\text{X}) = 92.83\%$ ). Якщо отриманий плав нагріти з кислим виноградним спиртом (**C**), а потім розчин випарити, то отримаєш білі кристали, солодкі на смак (сполука **D**,  $w(\text{X}) = 54.64\%$ ). Якщо ж і їх гріти, то при температурі більше  $100^\circ\text{C}$  полетить флегма (сполука **E**). При подальшому прожаренні полетить горюча вода (**F**) і залишаться білила (сполука **G**). Якщо прожарювати білила на повітрі, то вийде Червоний Лев. Доторкнувшись до нього розпеченим вугіллям, можна отримати назад Жовтого Змія. І так до нескінченності».

1. Визначте речовини **A–G** та метал **X**, назвіть їх.
2. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.
3. Ріплі й не здагадувався, що вперше в історії отримав речовину **F**. Чому він її назвав «горючою водою»? Як зараз широко використовується ця речовина?

**5. Органічне і не тільки.** 1. Наведіть структурні формули таких речовин (для речовин іонної будови вкажіть це, а також структуру складних іонів): метан; 2-метилпропан; 4-метилнон-2; *транс*-бутен-2; *ізо*-пропанол; 2,4-дибромпентан; сульфат натрію; діоксид вуглецю.

2. Для усіх вказаних речовин вкажіть тип гібридизації усіх некінцевих атомів.

3. Чи можуть існувати для наведених речовин оптичні ізомери? Якщо так, наведіть їхні структурні формули.

4. Використовуючи будь-які методи, відомі Вам (фізичні властивості, розчинність, агрегатний стан, колір, хімічні реакції та спектральні дані), розрізніть вказані речовини між собою найкоротшим шляхом. У разі використання хімічних реакцій наведіть їх.

**6. Веселка.** Метал **X** дуже твердий, тугоплавкий, сріблясто-білий, має високу корозійну стійкість навіть при температурі  $2000^\circ\text{C}$ . Зустрічається в природі як супутній елемент нікелю, міді і деяким іншим металам. Сучасний спосіб його відділення є дуже складним процесом і заснований на сплаві анодного шламу мідно-нікелевого виробництва, який містить метали **X**, **X1** та **X2** з  $\text{KNO}_3$  і  $\text{KOH}$  з утворенням сполук **A** ( $w(\text{X1}) = 44.5\%$ ) і **B** ( $w(\text{X2}) = 60.1\%$ ). Сплав витравлюють водою, розчин окислюють  $\text{O}_2$ , відганяють безбарвні оксиди металів **X1** і **X2** ( $w(\text{металів}) = 61.23\%$  і  $74.8\%$  відповідно). Осад, що містить **X**, сплавляють з  $\text{Na}_2\text{O}_2$  і  $\text{NaOH}$ , отримуючи сполуку **C** ( $w(\text{X}) = 67.16\%$ ), сплав обробляють царською водою і розчином  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , осаджуючи **X** у вигляді червоно-чорної комплексної сполуки **D** ( $w(\text{Cl}) = 48.28\%$ ), яку потім прожарюють, отримуючи метал **X**.

Метал **X** так само утворює безліч сполук з різним забарвленням. Так, при нагріванні **X** до  $600^\circ\text{C}$  у струмені хлору, що містить домішки  $\text{CO}$ , і опроміненні ультра-фіолетовим світлом утворюється летюча сполука **E** ( $w(\text{X}) = 64.3\%$ ), колір якої коливається від темно-оливкового до світлого жовто-зеленого. При нагріванні **E** до  $763^\circ\text{C}$  в струмені хлору утворюється темно-зелена речовина **F** ( $w(\text{X}) = 73\%$ ). При нагріванні порошку **X** в атмосфері фтору під тиском отримують жовту тверда речовину **G**, яка є дуже сильним окисником. **G** при нагріванні з **X** утворює жовту рідину **H** ( $w(\text{X}) = 71.7\%$ ).

Визначте всі загадані прості і складні речовини. Напишіть рівняння згаданих реакцій.

**7. Завдання експериментального туру.** У три склянки з дистильованою водою наливають розчин солі **A** з характерним яскравим кольором. Розчин в склянці №1 підкислюють сульфатною кислотою, в склянці №3 – розчином  $\text{NaOH}$ . У кожену зі склянок додають розчин солі **B**. У першому випадку розчин знебарвлюється, у другому випадку осад, у третьому розчин змінює колір. Якщо в другий стакан додати кислоту, то осад зникає. При додаванні кислоти в третю склянку спочатку випадає осад, а потім розчиняється.

У мірний циліндр наливають розчин солі **B** і додають сульфатну кислоту. Виділяється забарвлений газ з різким запахом.

1. Визначте солі **A** і **B**, якщо сіль **B** забарвлює полум'я в жовтий колір.
2. Напишіть рівняння всіх проведених реакцій.