

Харківська обласна хімічна олімпіада 2016 р.

11 клас

1. Снаряд та броня. Метал **Z**, окрім його широкого застосування в енергетиці, використовується у сердечниках бронебійних снарядів і для створення броні. Сердечник певного авіаційного снаряда важить 272 г. Для аналізу була взята проба масою 5 г і подрібнена в порошок. Цей порошок обробили гарячою дистильованою водою і спостерігали виділення найлегшого газу **A** й утворення коричневого пірофорного оксиду **B**. Отриманий оксид обробили фтороводневою кислотою, при цьому утворилася речовина **B**. З речовини **B** при дії надлишку фтору було отримано 7.025 г сполуки **Г**. Відомо, що в оксиді **B** $n(\text{O}) : n(\text{Z}) = 2 : 1$.

1. Визначте речовини **A–Г** і метал **Z**, якщо в 6.75 г оксиду **B** міститься 4.515×10^{22} атомів. Напишіть рівняння згаданих реакцій.

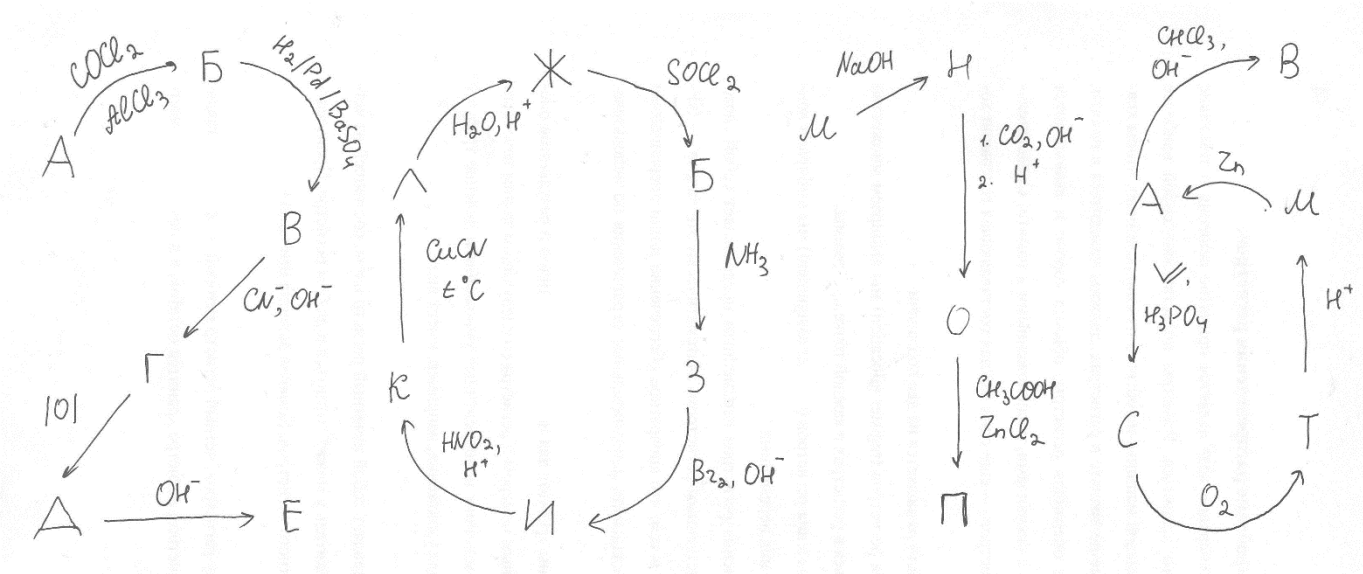
2. У промисловості (в процесі отримання найбільш чистого **Z**) оксид **B** обробляють концентрованою азотною кислотою. При цьому утворюється сіль **Д** ($w(\text{O}) = 32.48\%$) і бурий газ **Е**. Визначте **Д** і **Е**, запишіть рівняння реакції.

3. Розрахуйте масу і масову частку **Z** в сердечнику снаряда.

4. Речовину **Г** було піддано центрифугуванню. При цьому були виділені слідові кількості речовини **Г1** з молярною масою на 3 г / моль менше, ніж у **Г**. Визначте **Г1**. У яких процесах застосовують атоми елемента, який має найбільшу масову частку у складі **Г1**?

5. Як можна отримати **Z** з **Г**? Наведіть рівняння реакцій.

2. 2016. Студентка **Є** – справжня бешкетниця. Ось яку задачу вона вигадала, щоб перевірити професійні здібності свого викладача:



Трохи згодом вона сформулювала питання, включивши в них деякі уточнення.

- Розшифруйте ланцюжки перетворень, наведіть структурні формули речовин, якщо відомо, що:
 - речовина **A** дає у ПМР-спектрі 1 сигнал та має молярну масу 78 г/моль, а при її окисленні озоном можна отримати етан-1,2-діаль;
 - речовина **Е** – гідрокси кислота, а перетворення **Д**→**Е** є аніонним перегрупуванням;
 - речовину **Ж** можна отримати як гідролізом речовини **Б**, так і окисленням речовини **В**;
 - речовина **И** – органічна основа, слабкіша за аміак;
 - речовина **К** при нагріванні у воді виділяє безбарвний газ з і перетворюється на речовину **М**, яку раніше називали карболовою кислотою;
 - речовина **О** утворює внутрішньомолекулярний водневий зв'язок;
 - речовина **П** виробляється в промислових масштабах під назвою «ацетилсаліцилова кислота»;
 - речовина **Т** вибухонебезпечна, а при її кислотному розщепленні, окрім **М**, утворюється ацетон.
- Що означає символ $|O|$ біля стрілки **Г**→**Д**? Які реагенти можна застосувати для цього перетворення?

3. Їдкий гідроксид. У тридесятому королівстві придворний хімік Людвіг використовував для своїх дослідів особливий луг **X**. Гідроксиди натрію і калію у королівстві був у дефіциті, проте оксиду **Y**, з якого можна легко отримати **X**, було дуже багато. Людвіг дістав мішок з **Y**, взяв звідти наважку цієї речовини масою 1.00 г, розчинив її у воді та довів розчин **X** до 50.0 мл. На титрування 10.0 мл розчину HCl з невідомою концентрацією пішло 17.50 мл розчину **X**. На титрування 10.0 мл того ж розчину HCl пішло 12.25 мл розчину AgNO_3 з концентрацією 0.1346 моль/л.

1. За допомогою розрахунків визначте, який луг **X** використовував Людвіг.
2. Наведіть рівняння всіх реакцій, які відбуваються.
3. Які речовини міг використовувати придворний хімік при наведених титруваннях в якості індикаторів?
4. Чому Людвіг міг бути лисим?

4. рН. Розрахунок рівноважного складу багатокомпонентної системи – складна та нетривіальна задача. Зазвичай для її вирішення застосовують комп'ютерні методи. Проте якщо дослідника цікавить вміст лише окремих форм або значення параметрів (зазвичай це – кислотність середовища, рН), то це завдання перестає бути таким складним. Для таких розрахунків використовують деякі припущення. Наприклад, якщо кислота диссоціює з виділенням декількох протонів, логарифми констант відщеплення яких змінюються більше, ніж на 4, то при розрахунках рН можна знехтувати останніми стадіями – вони не внесуть значний вклад у значення рН.

1. Розрахуйте рН розчину фосфатної кислоти з концентрацією 0.05 моль/л.
2. Розрахуйте концентрацію гідрофосфат-аніону в цьому розчині.
3. Розрахуйте рН у суміші фосфатної та хлоридної кислот з концентраціями 0.01 моль/л, приймаючи, що остання є сильною кислотою.
4. Розрахуйте вміст сульфат-аніонів та рН в суміші хлоридної та сульфатної кислот з концентраціями 0.02 моль/л, якщо по першій ступені H_2SO_4 сильна кислота.

$$\lg(K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4)) = -2.148 \quad \lg(K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4)) = -7.198 \quad \lg(K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4)) = -12.319$$

Допоміжна інформація: ; ; ;

$$\lg(K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4)) = -1.990 \quad \text{pH} = -\lg[H^+]$$

5. Речовини. У лабораторії є такі речовини: пропан, нонан, нонін-1, метанол, деканол-1, 20%-ний розчин формальдегіду у воді, оцтова кислота, пропанова кислота, пропенова кислота, хлорид натрію, сульфат кальцію, вода, пропен, ацетат натрію, бром.

1. Наведіть формули вказаних речовин.
2. 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. Щоякнайпростіше. У старших класах учень часто забуває найпростіші розрахунки, і від елементарної задачі очікує якої-небудь зради. Перевіримо вашу пам'ять та уважність!

1. Розрахуйте, зразок якої речовини містить більше атомів кисню: а) 10 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ чи 20 г Fe_3O_4 ; б) 2.24 л кисню (н. у.) чи 2.24 л озону (н. у.); в) 1 моль діоксиду сірки чи 0.8 моль триоксиду сірки?
2. Розрахуйте масу продуктів реакції, які утворяться при взаємодії 10 г KOH та 10 г HCl .
3. Визначте об'єм вуглекислого газу (н. у.), який утворився при спалюванні на повітрі 1 л бензолу (густина 0.88 г/мл), якщо вихід реакції складає 73%.

7. Завдання експериментального туру. Досить широко вживані органічні розчинники **A**, **B**, **C** – гомологи. Вони усі реагують з металічним натрієм, причому в усіх випадках виділяється газ **D**, а активність реакції зменшується від **A** до **C**. Поверхня розжареної мідної дротини (речовина **E**) стає червоною лише при реакції з **A** та **B**. Суміш $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та H_2SO_4 не змінює свій колір при нагріванні з речовиною **C** та стає зеленою при реакції як з **A**, так і з **B**. Продуктами окислення речовин **A** та **B** є, відповідно, сполуки **F** та **G**, і лише **F** реагує з $\text{Cu}(\text{OH})_2$, утворюючи органічну речовину **H**.

Визначте усі речовини, наведіть схеми усіх згаданих реакцій, поясніть зміни кольору, які відбуваються, якщо молярні маси органічних речовин, про які йдеться, не більші за 80 г/моль та не менші, ніж 35 г/моль.