

Харківська обласна хімічна олімпіада 2017 р.

11 клас

1. Всього потроху. На хімічному складі зберігаються наступні речовини: пропенова кислота, бензальдегід, бромід калію, бутан, вода, декан, етанол, сульфат барію, 2-метилбутанова кислота, 3-метилгексін-1, *транс*-бутен-2, ціанід натрію.

1. Наведіть структурні 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.

2. Тільки солі. Солі **A** та **B** – безбарвні, розчинні в воді, сильні окисники. Водні розчини цих солей прокип'ятили, при цьому з розчину 5.40 г солі **A** виділилося 224 мл (н. у.) газу **X** та утворилася сіль **C** (рН розчину змістився в кислу область), а з розчину 3.96 г солі **B** виділилася суміш газів **X** та **Y** загальним об'ємом 672 мл (н.у.) та утворилася сіль **D** (рН розчину змістився в лужну область). При змішуванні одержаних розчинів солей **C** та **D** утворюється 6.96 г солі **E** (рН розчину нейтральний) та виділяється 448 мл (н. у.) газу **Y**. Густина газу **X**, газової суміші та газу **Y** відносяться як 1 : 1.25 : 1.375 відповідно. Відомо також, що:

– молярна маса всіх солей не перевищує 270 г/моль і всі вони утворені катіоном лужного металу;

– солі **A**, **B**, **D**, **E** містять три елементи, а з усіх зашифрованих речовин водень у своєму складі містить лише сіль **C** ($\omega(\text{H}) = 0.735\%$);

– солі **A** та **E**, **B** та **D** мають однаковий якісний склад.

1. Що таке рН? Чому рН водних розчинів солей може бути в кислій або лужній області? Наведіть по одному прикладу таких солей.

2. Розрахуйте мольні частки газів в суміші **X** та **Y**. Визначте ці гази.

3. За допомогою розрахунків, визначте зашифровані солі **A–E**. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій.

4. Зобразіть структурні формули аніонів солей **A** та **B**. Вкажіть гібридизацію некінцевих атомів.

3. Термодинамічна арифметика. Відомі наступні термодинамічні величини:

	$\text{Cr}_2\text{O}_{3(\text{т})}$	$\text{C}_{(\text{т})}$	$\text{Cr}_{(\text{т})}$	$\text{CO}_{(\text{г})}$
ΔH_f° , кДж/моль	-1141	0	0	-110.6
S° , Дж/(моль·К)	-81.2	5.7	23.6	197.7

1. Запишіть рівняння реакції відновлення оксиду хрому (III) вугіллям. Чому цей процес проводять тільки у відкритій посудині?

2. Розрахуйте тепловий ефект (ΔH) цієї реакції. Вкажіть, до якого типу вона відноситься – екзотермічна чи ендотермічна.

3. Розрахуйте зміну енергії Гіббса реакції за 298 К. Чи буде ця реакція самовільною за такої температури?

4. За якої мінімальної температури реакція відновлення оксиду хрому (III) буде протікати самовільно? Вважайте, що величини ΔH і ΔS не залежать від температури.

Довідкові дані. Реакція самовільна, якщо $\Delta G \leq 0$. $\Delta G = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$.

4. Чорний порошок. Чорний порошок був винайдений в Китаї в період династії Тан (618–907 рр.). Класичний чорний порошок складається з трьох компонентів – сірки, вуглецю та нітрату **A**. Великі запаси **A** були знайдені в Ост-Індії, що й дало тривіальну назву цій речовині.

1. Наведіть формулу та тривіальну назву речовини **A**, якщо масова доля металу в ній складає 38.67%.

2. Напишіть реакцію горіння чорного порошку, якщо відомо, що два з трьох продуктів – гази без запаху, а густина газової суміші за воднем дорівнює 20. Який об'єм газу виділиться (18°C, 1 атм) при спалюванні 27.0 г чорного порошку? Вважати склад порошку стехіометричним.

Твердий залишок після згорання чорного порошку може містити в своєму складі бінарну речовину **B**, сульфат калію, карбонат калію та вуглець. При розчиненні в воді твердого залишку

масою 10.00 г в воді залишилось 0.96 г нерозчинного осаду. При дії на фільтрат надлишку розчину хлориду барію утворився осад масою 1.27 г. Осад відфільтрували і частково розчинили в соляній кислоті, що привело до виділення 47 мл газу (н.у.).

3. Розрахуйте масові частки речовин в сухому залишку, якщо відомо, що речовина **В** добре розчинна у воді та не утворює нерозчинних сполук з солями барію.

5. Вуглеводні. Еквімольну суміш двох вуглеводнів **А** і **Б** нагрівали під тиском у присутності платиного каталізатора, доки склад суміші не перестав змінюватися. Після охолодження продуктів реакції до кімнатної температури утворилося тільки дві речовини: рідина **В** (продукт великотоннажного промислового виробництва) і газ **Г**. Як **В**, так і **Г** не окислюються KMnO_4 навіть у жорстких умовах. **В** можна одержати з **А** в одну стадію. **А** використовується для газового зварювання і різання металів. Окислення вихідної суміші двох вуглеводнів надлишком перманганату калію в сірчаній кислоті при нагріванні приводить до єдиного органічного продукту **Д**, що не містить третинних атомів вуглецю. На нейтралізацію 1.46 г **Д** витрачається 2 г 40%-го розчину NaOH . **В** в реакції з хлороформом в присутності хлориду алюмінію дає червоне забарвлення, однак продуктом реакції є безбарвний твердий вуглеводень **Е**. При дії на **Е** металевого натрію виділяється водень і утворюється сіль червоного кольору (сполука **Ж**), яка при додаванні водного розчину хлориду амонію знову перетворюється в **Е**. Окислення **Ж** під дією червоної кров'яної солі дає стабільний радикал **З**, відкритий Гомбергом у 1900 р. Цей радикал забарвлений у жовтий колір і співіснує в хімічній рівновазі з безбарвним димером **И**, молекула якого містить 9 типів атомів водню.

1. Як одержують вуглеводень **А**?
2. Напишіть структурні формули **А–И** та рівняння усіх згаданих реакцій.
3. Як зміниться інтенсивність забарвлення рівноважної суміші **З** і **И** при збільшенні тиску за постійної температури? Поясніть свою відповідь.

6. Важливі сполуки. Сполука **А** існує у вигляді двох енантіомерів (оптичних ізомерів), у водному розчині знаходиться у вигляді мономеру, а в кристалічному стані – у вигляді циклічного шестичленного димеру **Б**. В лужному середовищі вона легко ізомеризується в сполуку **В**, що не містить асиметричних атомів вуглецю. Сполука **А** дає реакцію срібного дзеркала, причому при дії надлишку аміачного розчину оксиду срібла на 0.9 г **А** утворюється 2.16 г осаду. Відновлення сполук **А** і **В** дає однаковий продукт – речовину **Г**. У клітинах людини і тварин сполука **А** присутня в основному у вигляді фосфату і в анаеробних умовах (за відсутності кисню) перетворюється в сполуку **Д**, ізомерну **А**, яка також існує у вигляді двох енантіомерів. Встановлено, що на нейтралізацію 0.9 г **Д** витрачається 4 г 10%-го розчину NaOH . Речовини **А**, **Б**, **Г** та **Д** мають важливе значення для життєдіяльності людини і багатьох тварин.

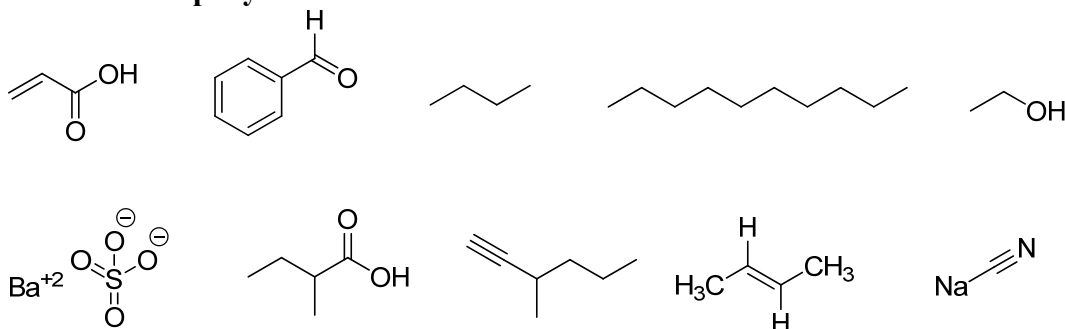
1. Що таке енантіомери? Які ще типи оптичних ізомерів Вам відомі? Наведіть приклади.
2. Напишіть структурні формули сполук **А–Д**. Відповідь підтвердіть розрахунками.

7. Завдання експериментального туру. У п'яти колбах знаходяться такі речовини: ацетальдегід, ацетон, метанол, оцтова кислота та формальдегід. Для визначення вмісту колб до кожної з них додали свіжеосаджений $\text{Cu}(\text{OH})_2$ та нагріли. В колбі 1 осад розчинився з утворенням блакитного розчину, в колбах 2 і 3 змін не було, а в колбах 4 і 5 утворився червоний осад. Далі до вмісту кожної з колб 2–5 додали водний розчин I_2 в KOH . В колбах 3 і 5 випав осад блідо-жовтого кольору.

1. Визначте, яка речовина знаходиться в кожній колбі.
2. Напишіть рівняння усіх проведених реакцій.

Розв'язки-11

1. Всього потроху. 1.

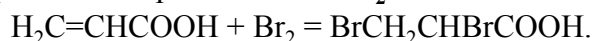


2. NaCN, KBr, BaSO₄ – тверді речовини, з них тільки BaSO₄ – нерозчинний у воді. Розчин KBr у воді має нейтральну реакцію, а розчин NaCN – лужний:



Бутан і *транс*-бутен-2 – гази за н. у., причому *транс*-бутен-2 знебарвлює бромну воду: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3 + \text{Br}_2 = \text{CH}_3\text{CHBrCHBrCH}_3$.

Водні розчини 2-метилбутанової та пропенової кислот забарвлюють універсальний індикатор у червоний колір. З них лише $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCOOH}$ знебарвлює бромну воду:

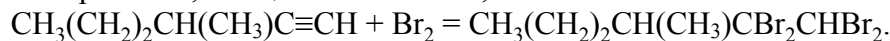


Бензальдегід дає якісну реакцію на альдегіди (напр., «срібного дзеркала»):



З речовин, що лишились, тільки вода не горить на повітрі.

З речовин, що лишились, тільки 3-метилгексін-1 знебарвлює бромну воду:



Етанол розчиняється у воді.

Залишається декан, C₁₀H₂₂.

2. Тільки солі. 1. pH (водневий показник) — величина, що показує міру активності іонів водню (H⁺) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину. Для розведених розчинів можна користуватись терміном «концентрація» замість «активність» у цьому визначенні. pH обчислюється як від'ємний десятковий логарифм активності іонів H⁺ (або, точніше, для водних розчинів — іонів гідроксонію [H₃O⁺]) і є безрозмірною величиною: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

Розчин солі може бути кислим або лужним внаслідок гідролізу. Розчин солі, утвореної сильною кислотою і слабкою основою (NH₄Cl), матиме кисле середовище (pH < 7): $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$.

Розчин солі, утвореної слабкою кислотою і сильною основою (CH₃COONa), матиме лужне середовище (pH > 7): $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$.

2. Густина газів можна виразити з рівняння Менделєєва-Клайперона:

$$\rho = \frac{pM}{RT}.$$

Отже, M(X) : M(X + Y) : M(Y) = 1 : 1.25 : 1.375.

Для знаходження маси всіх газів, що виділились під час реакції, скористуємося законом збереження маси. Якщо з 5.40 г А та 3.96 г В в кінці утворилась тільки сіль Е масою 6.96 г. Отже, на гази, що виділились, доводиться:

$$5.40 + 3.96 - 6.96 = 2.4 \text{ (г)}.$$

Мольні долі можна знайти або з виразу для середньої молярної маси, або з виразу для середньої густини:

$1.25\rho = \rho x + (1-x) \times 1.375\rho$, де x – мольна доля газу **X**.

Знаходимо $x = 0.33 = 1/3$.

Значить, мольна доля газу **Y** дорівнює $1 - 0.33 = 0.67 = 2/3$.

На 1 моль газу **X** припадає 2 моль газу **Y**.

Для визначення газів розрахуємо їхні молярні маси. $M(\mathbf{X}) : M(\mathbf{X}+\mathbf{Y}) : M(\mathbf{Y}) = 1 : 1.25 : 1.375$. Нехай $M(\mathbf{X}) = M$, тоді:

$$\frac{0,224}{22,4}M + \frac{0,672}{22,4}1,25M + \frac{0,448}{22,4}1,375M = 2,4 \text{ г}$$

Знаходимо, що $M = 32$ г/моль, отже, це – кисень. Тоді $M(\mathbf{Y}) = 32 \times 1.375 = 44$ (г/моль).

X – O_2 ; **Y** – CO_2 .

3. Почнемо розв'язок з речовини **B**, вона розкладається на CO_2 , O_2 та сіль **D**, яка має такий самий якісний склад, як і **B**, і, отже, ці солі містять карбон, та, скоріш за все, кисень. Сіль **C** містить водень, а її розчин має сильнокисле середовище, отже, це кисла сіль сильної кислоти. При взаємодії **C** з **D** знову виділяється вуглекислий газ, тому можна припустити, що **D** – карбонат M_2CO_3 (оскільки для них характерний розклад в кислому середовищі), де **M** – лужний метал.

Маса газової суміші, що виділяється при розкладі **B**, дорівнює:

$$M(\text{O}_2+\text{CO}_2) = 1.25 \times M(\text{O}_2) = 1.25 \times 32 = 40 \text{ (г/моль)}; n(\text{O}_2+\text{CO}_2) = 0.672/22.4 = 0.03 \text{ (моль)},$$

$$m(\text{O}_2+\text{CO}_2) = 40 \times 0.03 = 1.2 \text{ (г)}.$$

Карбонату утворилось $3.96 - 1.2 = 2.76$ (г).

Скільки молей було карбонату, стільки утворилось і CO_2 :

$$n(\text{CO}_2) = 0.448/22.4 = 0.02 \text{ (моль)}; M(\text{M}_2\text{CO}_3) = 2.76/0.02 = 138 \text{ (г/моль)}.$$

Легко знайти, що **M** – Калій, тоді **D** – K_2CO_3 (водний розчин має лужну реакцію).

Перейдемо до солі **C**. Це кисла сіль сильної кислоти, багато основних сильних кислот не так в неї багато. Розрахуємо молярну масу солі, припускаючи, що вона містить один чи два атоми водню (три атоми водню вказують на чотирихосновну(!) кислоту, та й значення молярної маси не задовольняє умові).

$$M(\mathbf{C}) = 1/7.35 \times 10^{-3} = 136 \text{ (г/моль)} - \text{один атом водню у солі.}$$

$$M(\mathbf{C}) = 2/7.35 \times 10^{-3} = 272 \text{ (г/моль)} - \text{два атоми водню у солі (не задовольняє умові).}$$

Найбільш адекватне значення – 136 г/моль. Молярна маса кислотного залишку, якщо відняти один атом калію та водню дорівнює 96 г/моль. Це – сульфат-аніон.

C – KHSO_4 .

Солі **A** та **B** містять карбон, кисень та калій. При розкладанні **B** утворюється 2.76 г K_2CO_3 , 224 мл O_2 , 448 мл CO_2 . Звідси знаходимо загальну кількість речовини кожного елементу (моль):

$$n(\text{K}) = 2.76 \times 2/138 = 0.04;$$

$$n(\text{O}) = 2.76 \times 3/138 + 0.02 + 0.04 = 0.12;$$

$$n(\text{C}) = 2.76/138 + 0.02 = 0.04;$$

$$n(\mathbf{C}) : n(\text{O}) : n(\text{K}) = 0.04 : 0.12 : 0.04 = 1 : 3 : 1.$$

Формула KCO_3 не досить звичайна, але, якщо згадати про виділення кисню, то це вказує на пероксогрупу. Отже, це – $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_6$.

З 2.76 г K_2CO_3 повинно було б прореагувати 5.44 г KHSO_4 (стехіометрична кількість). Тоді проводимо аналогічні розрахунки для визначення **A**:

$$n(\text{K}) = 5.44/136 = 0.04;$$

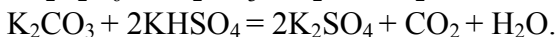
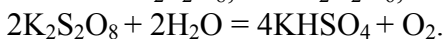
$n(\text{O}) = 5.44 \times 4/136 + 0.02 = 0.18$ (моль); але треба зауважити, що в реакції, скоріш за все, брала участь вода (водень мав з'явитися звідкись). Тоді і частина кисню в солі теж з води, а не з солі. А саме:

$$n(\text{O з H}_2\text{O}) = 1/2n(\text{H}) = 0.02 \text{ моль. Тоді: } n(\text{O}) = 0.18 - 0.02 = 0.16 \text{ (моль)},$$

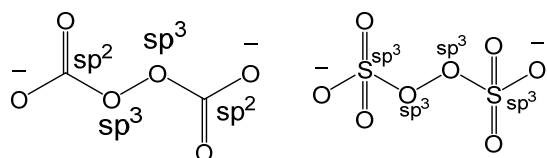
$$n(\text{S}) = 5.44/136 = 0.04 \text{ (моль)};$$

$$n(\mathbf{C}) : n(\text{O}) : n(\text{K}) = 0.04 : 0.16 : 0.04 = 1 : 4 : 1.$$

Сіль **A** – $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$, **B** – $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_6$, **C** – KHSO_4 , **D** – K_2CO_3 , **E** – K_2SO_4 .



4.



3. Термодинамічна арифметика. 1. $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{т}) + 3\text{C}(\text{т}) = 2\text{Cr}(\text{т}) + 3\text{CO}(\text{т})$.

Процес проводять у відкритій посудині, щоб чадний газ, що виділяється, міг покидати реакційне середовище, що, згідно з принципом Ле-Шательє, призводитиме до зсуву реакції праворуч і збільшення виходу продукту.

$$2. \Delta H_{p-цїї} = \sum H^0_{\text{прод}} - \sum H^0_{\text{реаг}}$$

$$\Delta H_{p-цїї} = 2 \cdot \Delta H^0_{\text{Cr}} + 3 \cdot \Delta H^0_{\text{CO}} - \Delta H^0_{\text{Cr}_2\text{O}_3} - 3 \cdot \Delta H^0_{\text{C}} = 2 \cdot 0 + 3 \cdot (-110.6) - (-1141) - 3 \cdot 0 =$$

$$= \mathbf{809.2 \text{ (кДж/моль)}}; \text{ ендотермічна реакція.}$$

$$3. \Delta S_{p-цїї} = \sum S^0_{\text{прод}} - \sum S^0_{\text{реаг}}$$

$$\Delta S_{p-цїї} = 2 \cdot S^0_{\text{Cr}} + 3 \cdot S^0_{\text{CO}} - S^0_{\text{Cr}_2\text{O}_3} - 3 \cdot S^0_{\text{C}} = 2 \cdot 23.6 + 3 \cdot 197.7 - 81.2 - 3 \cdot 5.7 = 542 \text{ (Дж/(моль}\cdot\text{К))};$$

$$\Delta G_{298} = \Delta H - T\Delta S = 809.2 - 298 \cdot 542/1000 = 647.7 \text{ (кДж/моль)};$$

$\Delta G_{298} > 0$, отже, реакція не буде самовільною за 298 К.

$$4. \Delta G = 0; \Delta H = T\Delta S;$$

$$T = \Delta H/\Delta S = 809.2 \cdot 1000 / 542 = 1493 \text{ (К)}.$$

4. Чорний порошок. 1. Загальна формула речовини **A** – $\text{Me}(\text{NO}_3)_x$.

$$\omega(\text{Me}) = \frac{Ar(\text{Me})}{Ar(\text{Me}) + x(Ar(\text{N}) + 3Ar(\text{O}))}$$

$$0.3867 = \frac{Ar(\text{Me})}{Ar(\text{Me}) + x(14.0067 + 3 \cdot 15.999)}$$

$$Ar(\text{Me}) = 39.09x$$

x	$Ar(\text{Me})$	Me	Ком.
1	39.09	K	+
2	78.18	Se	Селен – неметал.
3	117.27	-	-
4	156.36	-	-
5	195.45	Pt	Не характерна ступінь окиснення +5
6	234.54	-	-

Сполука **A** – нітрат калію, KNO_3 .

2. Очевидно, що один з газів – це азот. Іншим може бути або оксид Карбону, або оксид Сульфуру. Це не може бути оксид сірки, тому що він має характерний запах. Виходячи з цього, продукти – сульфід калію, вуглекислий газ та азот.

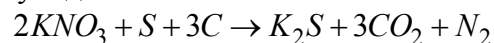
Середня молярна маса газової суміші – 40 г/моль. Можна скласти систему рівнянь:

$$\begin{cases} M(\text{CO}_2) \cdot \chi_{\text{CO}_2} + M(\text{N}_2) \cdot \chi_{\text{N}_2} = 40 \\ \chi_{\text{CO}_2} + \chi_{\text{N}_2} = 1 \end{cases}$$

$$\chi_{\text{CO}_2} = 0.75$$

$$\chi_{\text{N}_2} = 0.25$$

Таким чином, в результаті реакції утворюється суміш газів зі співвідношенням вуглекислого газу до азоту 3 до 1.



Дані про середню молярну масу газової суміші потрібні також для того, щоб виключити утворення чадного газу замість вуглекислого. Його молярна маса складає 28 г/моль, а тому маса суміші повинна бути менша за 40 г/моль.

Розрахуємо об'єм газів, що утворяться при спалюванні суміші з 1 моль сірки, 3 моль вуглецю, 2 моль нітрату калію.

Маса такої суміші складає

$$m = m(\text{S}) + m(\text{C}) + m(\text{KNO}_3)$$

$$m = M(\text{S}) + 3M(\text{C}) + 2M(\text{KNO}_3)$$

$$m = 32.06 + 3 \cdot 12.011 + 2 \cdot 101.1032 = 270.29942 \approx 2702$$

При цьому виділиться 4 моль газів.

При спалюванні 27 г суміші виділиться 0.4 моль газів. Згідно з рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

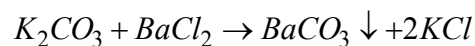
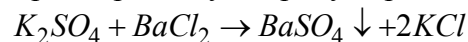
$$pV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0.4 \cdot 8.314 \cdot 291.15}{101325} = 9.56 \cdot 10^{-3} (\text{л}^3) = 9.56(\text{л})$$

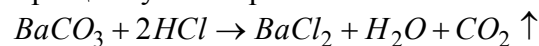
3. При розчиненні суміші у воді не розчиняється лише вуглець. Його маса становить 0.96 г, тому

$$\omega(C) = \frac{m_C}{m_{\text{смісь}}} \cdot 100\% = \frac{0.96}{10.00} \cdot 100\% = 9.6\%$$

Про дії розчину хлориду барію в осад випадають карбонат та сульфат барію:



При цьому в HCl розчиняється лише карбонат барію. Розрахуємо масову частку K_2CO_3 .



$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_M} = \frac{0.047}{22.4} = 2.10 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n(K_2CO_3) = n(BaCO_3) = n(CO_2) = 2.10 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$m(K_2CO_3) = n(K_2CO_3) \cdot M(K_2CO_3) = 2.10 \cdot 10^{-3} \cdot 138.205 = 0.29 \text{ г}$$

$$\omega(K_2CO_3) = \frac{m(K_2CO_3)}{m_{\text{смісь}}} \cdot 100\% = \frac{0.29}{10.00} \cdot 100\% = 2.9\%$$

Тоді знайдемо масову частку K_2SO_4 :

$$m_{\text{осад}} = m(BaCO_3) + m(BaSO_4)$$

$$m(BaCO_3) = n(BaCO_3) \cdot M(BaCO_3) = 2.10 \cdot 10^{-3} \cdot 197.34 = 0.41 \text{ г}$$

$$m(BaSO_4) = 1.27 - 0.41 = 0.86 \text{ г}$$

$$n(BaSO_4) = \frac{m(BaSO_4)}{M(BaSO_4)} = \frac{0.86}{233.43} = 3.68 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

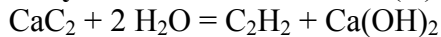
$$n(K_2SO_4) = n(BaSO_4)$$

$$m(K_2SO_4) = n(K_2SO_4) \cdot M(K_2SO_4) = 3.68 \cdot 10^{-3} \cdot 174.259 = 0.64 \text{ г}$$

$$\omega(K_2SO_4) = \frac{m(K_2SO_4)}{m_{\text{смісь}}} \cdot 100\% = \frac{0.64}{10.00} \cdot 100\% = 6.4\%$$

Речовина **B**, що залишилась, – сульфід калію. Його масову частку можна знайти, знаючи масові частки всіх інших компонентів суміші: $\omega(K_2S) = 100.0 - 9.6 - 6.4 - 2.9 = 81.1\%$.

5. Вуглеводні. 1. Ацетилен (**A**) одержують із ацетиленіду кальцію:



або піролізом метану:

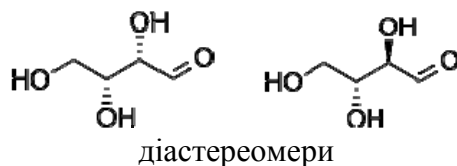
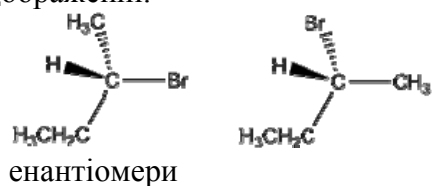


2. Речовина **A**, що використовується для газового зварювання і різання металів, – це ацетилен, C_2H_2 .

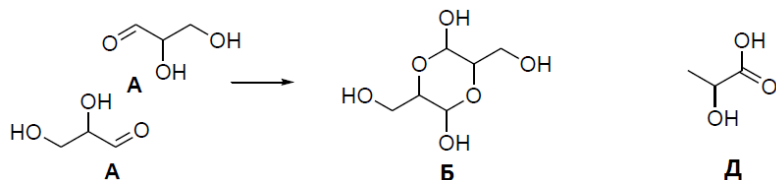
Окислення ацетилену надлишком перманганату калію в сірчаній кислоті при нагріванні приводить до утворення CO_2 і H_2O . Отже, єдина органічна сполука **D**, що утворюється при окисленні суміші, є продуктом окислення **B**. На нейтралізацію 1.46 г **D** потрібно 0.02 моль NaOH. Якщо **D** – одноосновна кислота, то її молярна маса дорівнює 73 г/моль. Це неможливо, оскільки молярна маса сполуки $C_xH_yO_z$ повинна бути парним числом. Якщо **D** – двоосновна кислота, то її молярна маса дорівнює 146 г/моль. Це відповідає формулі $C_4H_8(COOH)_2$. Отже, **B** – циклоалкен. Оскільки **D** не містить третинних атомів вуглецю, це або адипінова (гександіова) кислота, або 2,2-диметилантарна (2,2-диметилбутандіова) кислота. Однак остання утворювалася би з дуже нестабільного 3,3-диметилциклобутену. Адипінова кислота утворюється при окисленні циклогексену, який при нагріванні в присутності платинового каталізатора може піддаватися дегідруванню з утворенням бензену. При цьому виділяється водень (2 еквіваленти), що приєднується до ацетилену з утворенням етану. Дійсно, і бензен, і етан не окислюються перманганатом калію в кислому середовищі, а бензен можна одержати тримеризацією

6. Важливі сполуки. 1. Енантіомери — це стереоізомери, які є неідентичними дзеркальними відображеннями один одного. У симетричному (нехіральному) оточенні енантіомери мають ідентичні хімічні і фізичні властивості за винятком їх здатності обертати площину поляризації світла, яка у двох енантіомерів ідентична за модулем і протилежна за напрямком. Цю здатність називають оптичною активністю.

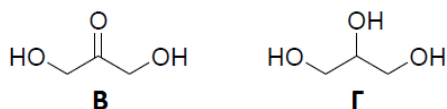
Діастереомери — просторові ізомери, що різняться фізичними і, до певної міри, хімічними властивостями. Діастереомери є стереоізомерами, які не переходять один в інший при дзеркальному відображенні.



2. У реакції срібного дзеркала утворюється 0.02 моль Ag. Оскільки в цій реакції на 1 моль альдегіду виділяється 2 моль Ag, в реакцію вступає 0.01 моль альдегідної групи, що відповідає $M = 90$ г/моль (за наявності однієї альдегідної групи). $M(RCHO) = M(R) + 29$. Тоді $M(R) = 61$. На титрування 0.9 г Д витрачається 0.01 моль NaOH. Оскільки Д, очевидно, кислота, і $M(R'COOH) = 90$, маємо $M(R') = 45$. Цьому значенню відповідає фрагмент C_2H_5O (а R в альдегіді – $C_2H_5O_2$). З огляду на те, що А і Д існують у вигляді двох енантіомерів, тобто містять асиметричний атом вуглецю, єдиним варіантом є $HOCH_2CH(OH)CHO$ для А і $CH_3CH(OH)COOH$ для Д. Таким чином, А – гліцериновий альдегід, а Д – молочна кислота. Циклічний димер Б – напіваацеталь.



Відновлення А дає гліцерин ($HOCH_2CH(OH)CH_2OH$, Г). Оскільки ізомер В при відновленні також утворює гліцерин, єдиним можливим варіантом є дигідроксиацетон – $HOCH_2-C(O)-CH_2OH$.



7. Завдання експериментального туру.

1 – оцтова кислота, 2 – метанол, 3 – ацетон, 4 – формальдегід, 5 – ацетальдегід.

