

Завдання III етапу 51-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади

(9.02.2014 р., м. Київ)

Теоретичний тур. 11 клас

Задача 1. Органічний ланцюжок.

Кілька десятиліть тому одним із важливих шляхів промислового синтезу сполуки **X** був ланцюг перетворень, що розпочинався з вуглеводню **A**. Хлорування **A** при 500 °C давало хлоропохідне **B** (C_3H_5Cl), яке при взаємодії з гіпохлоритною кислотою перетворювалося на суміш ізомерів **B** та **Г** ($C_3H_6Cl_2O$). Обробка цієї суміші розчином кальцій гідроксиду на холоді призводила до утворення етеру **Д** (C_3H_5ClO). Лужний гідроліз етеру **Д** при нагріванні з розчином натрій гідроксиду призводив до утворення сполуки **X** ($C_3H_8O_3$).

Нині описаний вище метод майже втратив своє практичне значення, оскільки сполука **X** виявилась побічним продуктом виробництва біодизеля. Значний інтерес являє зворотний процес — добування етеру **Д**, виходячи з **X**. Для цього сполуку **X** обробляють хлоридною кислотою в присутності каталізатора; при цьому утворюється суміш **B** та **Г**. Цю суміш можна перетворити на **Д** за реакцією з розчином кальцій гідроксиду, описаною вище.

1. Наведіть структурні формули молекул речовин **A** – **Д** та **X**.
2. Напишіть рівняння згаданих перетворень.
3. При реакції **X** із купрум(II) гідроксидом утворюється яскраво-синій розчин. Наведіть структурну формулу продукту цієї реакції, який зумовлює забарвлення.
4. Зазвичай етери є стійкими до лужних реагентів. Поясніть легкість перебігу реакції етеру **Д** з лугом.
5. Який із продуктів – **B** чи **Г** – є основним у реакції **B** з гіпохлоритною кислотою? Відповідь поясніть.

Задача 2. Експеримент з аналітичної хімії.

Юний хімік знайшов у лабораторії білу кристалічну речовину **A**. Вона добре розчинялась у воді, утворюючи кислий розчин. При додаванні до розчину, який містив 1,00 г **A**, по краплях розчину $AgNO_3$ утворилось 2,73 г білого сирнистого осаду. При подальшому додаванні розчину $AgNO_3$ спостерігалось випадіння чорного осаду і виділення газу з відносною густиною за воднем 14.

1. Визначте, яку речовину знайшов юний хімік.
2. Складіть рівняння реакцій **A** з $AgNO_3$.

Задача 3. Водяна пара.

Вода — дуже стійка сполука. Але за високих температур вона розкладається на водень і кисень. При 2000 °C і загальному тиску 1 атм розкладу зазнає 2 % води.

1. Обчисліть константу рівноваги реакції розкладу води за вказаної температури.
2. Як можна приблизно оцінити значення цієї константи рівноваги, використовуючи наведені в таблиці термодинамічні дані?
3. Зростає чи зменшується константа рівноваги розкладу води з підвищенням температури?

Реакція	$\Delta_r H^0_{298}$, кДж	$\Delta_r S^0_{298}$, Дж/К
$H_2O_{(r)} = H_2 + \frac{1}{2} O_2$	241,88	44,42

Задача 4. Вуглеводні.

Вуглеводні **A**, **B** і **C** є ізомерами. Молекули речовин **A–C** не містять циклів, а тип гібридизації орбіталей всіх атомів Карбону в цих речовинах – sp^3 . 1 моль кожного із ізомерних вуглеводнів **D**, **E** та **F** здатний приєднувати 1 моль бромю. **D** і **E** — геометричні ізомери, а **F** не містить кратних зв'язків і має одну метильну групу в молекулі. Ізомерні вуглеводні **G** і **H** здатні реагувати між собою у мольному співвідношенні 1:1. Молекула **G** лінійна, а тип гібридизації орбіталей всіх атомів Карбону в молекулі **H** – sp^2 .

1. Визначте зашифровані речовини, назвіть їх, якщо відомо, що молярна маса речовин **A–H** не перевищує 75 г/моль, молярна маса речовин **D–F** на 2,78 % менше молярної маси речовин **A–C**, а відносна густина пари **G** і **H** за воднем становить 27.
2. Складіть рівняння реакцій **D**, **E**, **F** із бромом.
3. Напишіть рівняння реакції **G** з **H**. Яка її назва?

Задача 5. Молекули та їх будова.

Зобразіть просторову будову та вкажіть тип гібридизації орбіталей центрального атома в таких молекулах: H_2O , BeH_2 , XeF_2 , BF_3 , PCl_3 , CH_4 , SF_4 , XeF_4 , PCl_5 , SF_6 .

Задача 6. Кислий чи лужний?

Загальновідомо, що розчини кислот мають кисле середовище, а розчини лугів – лужне. Логічно припустити, що розчини середніх солей мають бути нейтральними. Але дослід показує, що, наприклад, розчин $Zn(NO_3)_2$ має кисле середовище.

1. Поясніть результат дослідів й наведіть відповідне хімічне рівняння. У лабораторії є розчини солей NaI , $CuCl_2$, K_2SO_3 , NH_4Cl .
 2. Який колір матиме лакмус у кожному розчині? Відповіді підтвердьте хімічними рівняннями.
- Кислотність розчинів оцінюють за концентрацією йонів оксонію H_3O^+ .
3. Напишіть рівняння реакції утворення у воді йонів H_3O^+ .
 4. Визначте тип гібридизації орбіталей атома Оксигену в йоні оксонію та зобразіть просторову будову цієї частинки.
 5. Обчисліть молярну концентрацію йонів OH^- в 1 М розчинах H_2SO_4 та HI . Йонний добуток води дорівнює 10^{-14} моль²/л².

Задача 7. Важливий порядок.

Реакція лужного гідролізу $SiCl_4$ у водному розчині відбувається в кілька стадій, перша з яких описується рівнянням



В експерименті з дослідження лужного гідролізу $SiCl_4$ було отримано такі результати (v — початкова швидкість реакції за наведених концентрацій реагентів):

- | 1. Напишіть рівняння гідролізу $SiCl_4$ за наявності | $C(SiCl_4)$,
М | $C(KOH)$,
М | v , моль/
(л·с) | повного лужного надлишку KOH . |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|
| 2. Наведіть формули 2-х речовин із тих, які можуть утворюватися на проміжних стадіях гідролізу $SiCl_4$ (крім наведеної в умові сполуки $SiCl_3(OH)$). Чи можна виділити ці речовини з розчину, описаного в умові задачі? | 0,01 | 0,02 | 21,5 | |
| | 0,02 | 0,02 | 43,0 | |
| | 0,03 | 0,02 | 64,5 | |
| | 0,01 | 0,01 | 10,8 | |

3. Визначте порядок реакції. Напишіть відповідне кінетичне рівняння.
4. Розрахуйте константу швидкості реакції.

Тест.

1. Хімічний елемент — це ...

- А різновид простої речовини;
- Б вид атомів із певним зарядом ядра;
- В сукупність найменших частинок з однаковою кількістю нейтронів;
- Г найменша частинка простої речовини;
- Д вид атомів із певною масою.

2. Укажіть елемент, найпоширеніший у Всесвіті.

А Оксиген; Б Гелій; В Силіцій; Г Гідроген; Д Карбон.

3. Укажіть фізичні величини, які НЕ мають одиниць вимірювання.

А відносна молекулярна маса; Б густина; В молярний об'єм; Г температура;
Д кількість речовини; Е відносна густина.

4. Укажіть методи, якими НЕ можна розділити на компоненти амальгаму срібла (розчин срібла у ртуті).

А перегонка; Б дія магніту; В фільтрування; Г відстоювання;
Д центрифугування.

5. Знайдіть відповідність між речовиною і типом частинок, з яких вона складається.

- | | |
|----------|------------|
| А кварц | 1 атоми |
| Б озон | 2 молекули |
| В крейда | 3 йони |
| Г спирт | |
| Д аргон | |

6. Розмістіть порції речовин однакової маси за збільшенням їхнього об'єму за нормальних умов.

А водень; Б вода; В залізо; Г соняшникова олія; Д вуглекислий газ.

7. Укажіть найбільш правильне закінчення означення «Складна речовина — речовина, що утворена ...».

- А двома елементами
- Б металічним і неметалічним елементами
- В кількома елементами
- Г різними молекулами
- Д частинками кількох простих речовин

8. Укажіть правильне закінчення речення «Масова частка елемента у сполуці — це ...».

- А сума маси елемента і відповідної маси сполуки
- Б відношення маси сполуки до відповідної маси елемента
- В різниця між масою сполуки і відповідною масою елемента
- Г відношення маси елемента до відповідної маси іншого елемента
- Д відношення маси елемента до відповідної маси сполуки

(По 10 балів за кожне задання)