

**Завдання III етапу 50-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади
(27.01.2013 р., м. Київ)
Теоретичний тур
10 клас**

Задача № 1 «Обчислюємо відсотки»

При обробці 5,7586 г суміші порошків цинку, кадмію та срібла надлишком хлоридної кислоти виділилося 1,12 л газу (н. у.), а після обробки такої ж наважки цієї суміші надлишком розчину мідного купоросу маса твердого залишку становила 4,2560 г.

1. Запишіть рівняння реакцій взаємодії компонентів суміші з розчинами хлоридної кислоти та мідного купоросу.
2. Обчисліть масові та мольні частки металів у суміші.

Задача № 2 «Палити нещадно»

Газову суміш, отриману при повному спалюванні в надлишку кисню 1,20 г вуглеводню **A**, який використовують в одному з промислових методів синтезу ацетону, пропустили послідовно крізь трубки, заповнені безводним кальцій хлоридом (1) та калій гідроксидом (2). При цьому маса трубки (1) збільшилася на 1,08 г, а трубки (2) – на 3,96 г.

1. Напишіть рівняння реакцій продуктів згоряння **A** з речовинами в трубках.
2. Виведіть брутто-формулу вуглеводню **A** та встановіть будову його молекули.

Візьміть до уваги, що в спектрі ПМР вуглеводню **A** містяться наступні сигнали:

7,1 – 7,4 м. ч. (мультиплет, 5H), 2,95 м. ч. (гептет, 1H), 1,3 м. ч. (дублет, 6H).

3. Наведіть формули можливих ізомерів вуглеводню **A**, які є ароматичними сполуками, і назвіть ці вуглеводні.
4. Запропонуйте схему синтезу **A**, виходячи зі сполук, що містять не більше 3-х атомів Карбону в молекулах.
5. Запишіть рівняння реакцій, які використовують при добуванні ацетону із **A**.

Задача № 3 «Солі»

Розчинення білого фосфору в розчині натрій гідроксиду призводить до утворення газу **A** (бінарна сполука) та солі **B**. При спалюванні газу **A** (масова частка Фосфору – 91,18 %) в надлишку кисню утворюється кислота **B**, яка при взаємодії з такою самою кількістю речовини лугу утворює кислу сіль **Г** (масова частка Натрію – 19,17 %). При термічному розкладі цієї солі утворюється сіль **Д** (масова частка Натрію – 22,55 %), яку використовують як пом'якшувач води. Термічний розклад іншої кислоти солі кислоти **B** призводить до утворення солі **Є** (масова частка Натрію – 34,59 %).

1. Розшифруйте сполуки **A** – **Є**, якщо сіль **B** містить 26,14 % Натрію та 2,27 % Гідрогену за масою.
2. Наведіть рівняння реакцій, про які йдеться в умові задачі.
3. Запишіть рівняння реакції солі **B** з кислим розчином аргентум нітрату.
4. Чому кислота, від якої походить сполука **B**, утворює лише один ряд солей?

Задача № 4 «Любі друзі!»

Готуючи завдання до олімпіади, я пригадав дуже видовищний дослід. Вперше його побачив понад 15 років тому, коли ще навчався у школі. Вчителька змішала у ступці порошки йоду та алюмінію. Потім додала краплину води, і почалася бурхлива реакція. Найбільше мене вразив фіолетовий газ, що виділявся з реакційної суміші.

Дайте відповіді на наступні питання, що стосуються описаного досліду. Успіхів вам!

Член журі олімпіади Пунін С. В.

1. Напишіть рівняння описаної реакції.
2. Поясніть, чому вода є катализатором цієї реакції. Відповідь проілюструйте відповідними хімічними рівняннями.
3. Що являє собою фіолетовий газ. Чому він виділявся?
4. У газоподібному стані при 600 К та 0,1 бар продукт описаної реакції існує в рівновазі з димером. Обчисліть K_x та K_p реакції димеризації, якщо відомо, що мольна частка димеру в реакційній суміші складає 20 %.
5. Обчисліть ΔG реакції димеризації.

Задача № 5 «Сила струму»

Дві мідних кулі діаметром 50 мм (густина міді 8,9 г/см³) занурили у розчин купрум(II) сульфату, підкислений сульфатною кислотою. З'єднавши їх із джерелом постійного струму, провели електроліз протягом 40 годин із силою струму 1,5 А.

1. Запишіть рівняння електрохімічних реакцій, які відбуваються на кулях.
2. Яка із куль (катод чи анод) матиме більшу масу після закінчення електролізу?

Для довідки: об'єм кулі розраховується за рівнянням $V = \frac{4\pi r^3}{3}$, де r – радіус кулі.

3. Обчисліть співвідношення мас куль після досліду, якщо вихід за струмом склав 80 %.
4. Які електрохімічні реакції відбуватимуться на електродах, якщо розчин купрум(II) сульфату замінити на чисту воду?

Задача № 6 «Про рН»

рН розчинів розраховують за такою формулою: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

Нейтральним вважають середовище зі значенням $\text{pH} = 7$, кислим – із $\text{pH} < 7$.

1. Обчисліть концентрацію йонів Гідрогену в нейтральному середовищі.
2. Обчисліть рівноважну концентрацію $[\text{H}^+]$ на поверхні шкіри людини, якщо рН шкіри (як відомо з реклами) складає 5,5.

Кислотність шлункового соку людини визначається концентрацією хлоридної кислоти в ньому.

3. Визначте молярну концентрацію хлоридної кислоти в шлунку людини, якщо рН складає 4,5.

Іонний добуток води визначається наступним рівнянням: $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$.

4. Обчисліть молярну концентрацію йонів OH^- у шлунку людини.
5. Обчисліть рН людської слини, якщо концентрація гідроксид-іонів в ній складає $3,2 \cdot 10^{-7}$ моль·л⁻¹.
6. Яке середовище (кисле чи лужне) в ротовій порожнині?

Задача № 7 «Про озон»

Озоновий шар нашої планети є дуже важливим для існування на ній життя. Концентрація озону в атмосфері залежить від висоти над земною поверхнею і досягає максимального значення у проміжку 25-30 км.

1. Зобразіть будову молекули озону, її резонансних структур і вкажіть тип гібридизації центрального атому Оксигену в ній.
2. Запишіть йонне рівняння реакції, що відбувається при пропусканні озону через підкислений водний розчин калій йодиду.
3. Обчисліть концентрацію (г/л) озону на висоті 25 км, якщо на титрування розчину, отриманого після пропускання 1 м^3 повітря в надлишок розчину калій йодиду, витрачено 35,7 мл 0,01 М розчину натрій тіосульфату $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Вважають, що концентрація озону в озоновому шарі внаслідок взаємодії з техногенними забрудненнями зменшується, і це може негативно вплинути на стан біосфери. Для того щоб розібратися в процесах, які відбуваються в озоновому шарі, вивчають вплив різноманітних органічних речовин на розклад озону.

Реактор об'ємом 1 л заповнили озоном, додали надзвичайно малу кількість фреону CF_3Cl і суміш піддали дії УФ-випромінення. За цих умов молекула фреону дисоціює:



4. Запишіть рівняння розкладу озону.
5. За умов, указаних в задачі, фреон є каталізатором розкладу озону. Поясніть, чому він виконує таку роль.

Вимірюючи залежність тиску в реакторі від часу при 298 К, отримали такі дані (парціальним тиском CF_3Cl знехтували):

6. Обчисліть середню швидкість (у моль/(л·с)) реакції розкладу озону за цих умов.

t, хв.	0	30
p, атм	1,00	1,31