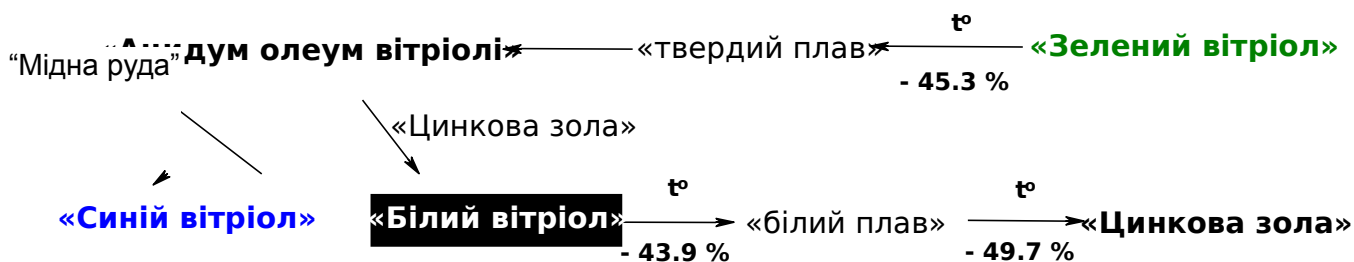


Завдання III етапу 53-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади (06.02.2016, м. Київ)
Теоретичний тур. 10 клас

Задача 1. Вітріоли.

Іоганн Глаубер (1604–1668) є одним з перших вчених, який зробив вагомий внесок у розвиток хімії. Одного разу він проводив в своїй лабораторії наступний дослід. Дослідник заповнив реторту світло-зеленими кристалами («**зеленим вітріолом**») та почав нагрівати її. Спочатку кристали розплавився, але через деякий час плав знову затвердів («**твердий плав**»). При цьому з відводу реторти почали стікати краплини прозорої рідини. Більш сильне нагрівання призвело до того, що в реторті з'явилися густі білі клуби диму і з відводу почала стікати масляниста рідина, яку Глаубер назвав «**ацидум олеум вітріолі**». Цю рідину Глаубер зібрав і розчинив у воді. До однієї частини отриманого розчину він додав мідну руду і підігрів. Після охолодження і відстоювання протягом ночі з одержаного розчину осаджувались красиві сині кристали «**синього вітріолу**». Розчинення в «**ацидум олеум вітріолі**» «**цинкової золи**» за аналогічною процедурою призводило до отримання «**білого вітріолу**», який при нагріванні вів себе аналогічно «**зеленому**»:



1. Що таке реторта? Як би ви перевели з латинської «*вітріол*»? Розшифруйте всі згадані в задачі невідомі речовини, враховуючи, що «*білий вітріол*» ізоморфний «*зеленому вітріолу*».
2. Головною складовою зазначеної «*мідної руди*» є бінарний мінерал, який містить 66,5 % Купруму. (атомну масу купруму прийняти 63,55) Що це за мінерал?
3. Напишіть рівняння згаданих реакцій.
4. Де в наш час знаходить використання «*ацидум олеум вітріолі*»?

Задача 2. Ізомери.

Спалювання 112 мл суміші двох ізомерних ациклічних вуглеводнів A_1 та A_2 призводить до утворення за н.у. 560 мл газу та 0,45 г води. Приєднання до цієї ж суміші бромоводню призводить до утворення трьох речовин (B_1 , B_{2a} та B_{2b}). Сполуки B_{2a} та B_{2b} є енантіомерами (стереоізомерами, які є неідентичними повними дзеркальними відображеннями один одного (як права і ліва рука).

1. Розрахуйте брутто-формулу сполуки **A**.
2. Запишіть всі можливі ізомери **A**.
3. Визначте зашифровані сполуки, якщо **A₁** та **A₂** є діастереомерами (діастереомери є просторовими ізомерами, які не переходять один в інший при дзеркальному відбиванні). Гідрування їх суміші призводить лише до однієї сполуки **B**, а окиснювальний озоноліз – до утворення лише двох органічних речовин.
4. Наведіть будову продуктів окиснювального озонолізу суміші вуглеводнів **A₁** та **A₂**.
5. Наведіть просторову будову **B_{2a}** та **B_{2b}** та назвіть їх за RS-номенклатурою.
6. Наведіть механізм реакції приєднання бромоводню до сполуки **A₁**.

Задача 3. Кислоти елементу X

Елемент **X** утворює декілька оксигеновмісних кислот. Прикладами цих кислот є неорганічні кислоти **1–4**, причому всі вони мають різну основність. До складу молекул кислот **1–3** входить по три атоми Гідрогену, а кількість атомів Оксигену в молекулах ряду кислот **1–3** збільшується на одиницю.

Нижче наведені дані про вміст гідрогену і елементу **X** в кислотах **3** і **4**.

Кислота	Вміст елементів (мас. %)	
	H	X
3	3,09	31,6
4	2,27	34,8

1. Назвіть елемент **X**. Напишіть рівняння реакції промислового одержання простої речовини, утвореної елементом **X**.

2. Про які кислоти **1–4** йдеться в умові задачі? Заповніть таблицю:

Кислота	Формула кислоти		Назва	Основність	Ступінь окиснення X в кислоті
	молекулярна	графічна (структурна)			
1					
2					
3					
4					

3. Напишіть рівняння хімічних реакцій кожної з кислот **1–4** з розчином натрій гідроксиду з утворенням середніх солей.

4. Кислоти 1 і 2 в окисно-відновних реакціях є відновниками. Наведіть рівняння хімічних реакцій цих кислот з розчином калій перманганату, підкисленим сульфатною кислотою.

5. Напишіть рівняння реакцій (вказіть умови їх проведення), за допомогою яких з простої речовини, утвореної елементом X, можна одержати кислоти 3 та 4.

Задача 4. ДР та ГДК

Грінокіт – порівняно рідкий мінерал, що представляє собою сульфід кадмію. Це отруйна, нерозчинна в воді речовина ($ДР = 1,6 \cdot 10^{-28}$). Гранична допустима концентрація (ГДК) іонів кадмію у воді складає 1 мкг/л.

1. Розрахуйте розчинність грінокіту у воді, нехтуючи гідролізом сульфід-іону, та вкажіть чи перевищує концентрація іонів кадмію ГДК за цих умов.

2. Чи здатні «кислотні» дощі ($pH=5,5$) вимивати кадмій з грінокіту в концентраціях, більших за ГДК? Наведіть відповідні розрахунки.

3. Доведіть, що грінокіт є отруйним для людини при ковтанні. Вважайте, що кислотність шлункового соку відповідає кислотності 0.1 М розчину соляної кислоти.

Для довідки: ($K_1(H_2S) = 6 \cdot 10^{-8}$, $K_2(H_2S) = 1 \cdot 10^{-14}$).

Задача 5. PCl_5 .

Пентахлорид фосфору є широко вживаним хлоруючим реагентом. Ця сполука є граничною між іонними та ковалентними речовинами. Так, в твердому стані він має іонну будову, але розплаві або пар складається з окремих молекул. В газоподібному стані при нагріванні він частково розкладається, причому ступінь дисоціації пентахлориду фосфору при 180 °С та стандартному тиску складає 0.4.



1. Наведіть будову частинок з яких складається пентахлорид фосфору в твердому та газоподібному стані. Вкажіть гібридизацію центрального атому в них.

2. Наведіть молекулярну будову та гібридизацію центрального атому в трихлориді фосфору.

3. Розрахуйте значення K_p , ΔG реакції дисоціації PCl_5 та парціальні тиски окремих компонентів рівноважної суміші.

4. Запишіть рівняння взаємодії пентахлориду фосфору з:

а) 1 молем H_2O ; б) надлишком води; в) NO_2 ; г) надлишком LiF ; д) CH_3CO_2H .

5. Наведіть молекулярну будову продуктів реакцій з п.4 та вкажіть гібридизацію центрального атому.

6. Де використовується фосфоровмісний продукт реакції 4г?

Задача 6. Суміш.

При розчиненні еквімолярної суміші двох металів **X** та **Y** масою 12,12 г в надлишку розчину хлороводневої кислоти виділилося 4,48 л водню (н.у.) та утворився розчин солей **A** та **Б**, відповідно. При окисненні цього розчину хлором утворився розчин солей **B** та **Б**.

1. Визначте зашифровані речовини.
2. Розрахуйте масовий склад вихідної суміші, якщо ступені окиснення металів в солях **A** та **Б** однакові.
3. Запишіть рівняння згаданих в умові реакцій.

Задача 7. Тест.

1. Визначте речовину, з якою взаємодіє кальцій карбонат за звичайних умов:
A натрій хлорид; **Б** карбонатна кислота;
В алюміній гідроксид; **Г** магній сульфат. (1 бал)
2. Виберіть формулу сполуки, яка утворюється при спалюванні амоніаку в присутності каталізатора:
A N_2 ; **Б** N_2O ; **В** NO ; **Г** NO_2 . (1 бал)
3. Визначте рядок, утворений лише формулами сполук, які розкладаються при нагріванні:
A $NaNO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, K_2CO_3 ; **Б** $NaOH$, $NaHCO_3$, Na_2CO_3 ;
В KNO_3 , $KHCO_3$, $MgCO_3$; **Г** $Ca(OH)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, K_2SO_4 . (1 бал)
4. Укажіть типи зв'язків у молекулі азоту:
A один π - і два σ -зв'язки; **Б** один σ - і два π -зв'язки;
В три σ -зв'язки; **Г** три π -зв'язки. (1 бал)
5. Виберіть формули усіх сполук, що зумовлюють тимчасову твердість води:
A $MgCl_2$; **Б** $CaCl_2$; **В** $Fe(HCO_3)_2$;
Г $Ba(HCO_3)_2$; **Д** $Ca(HCO_3)_2$; **Е** $Mg(HCO_3)_2$; (2 бали)
6. Установіть відповідність між реагентами та продуктами реакції:
1. $NO_2 + H_2O$; **A** HNO_3 ;
2. $N_2O_5 + H_2O$; **Б** $HNO_2 + HNO_3$;
3. $N_2O_3 + H_2O$; **В** HNO_2 ;
4. $N_2O + H_2O$. **Г** NH_4NO_3 ;
Д реакція не відбувається. (2 бали)
7. Установіть послідовність рівнянь хімічних реакцій у порядку збільшення коефіцієнта перед формулою окисника:
A $K + H_2O \rightarrow$; **Б** $Al + HCl \rightarrow$;



(2 бали)