

Харківська обласна хімічна олімпіада – 2018, 8 клас

1. Атоми. Протон та нейтрон є формою існування елементарної частинки, яка має назву нуклон. Загальна кількість нуклонів у ядрі визначає нуклонне число атома. На нуклони припадає основна частина маси атома. Зазвичай маса елемента, що наведена у таблиці Менделєєва, близька до нуклонного числа найпоширенішого ізотопу елемента. У природі зустрічаються атоми, що мають ядра з однаковою кількістю протонів, але з різною кількістю нейтронів. Такі атоми називають ізотопами, вони мають різні нуклонні числа. Також зустрічаються ізобари – атоми, ядра яких мають однакові нуклонні числа, але різний заряд.

1. Розрахуйте кількість протонів, нейтронів, електронів та нуклонні числа для найпоширеніших ізотопів таких елементів: С, Р, Fe.

2. Наведіть приклади двох ізобар з нуклонним числом 14.

3. Чому маси елементів, що наведені у таблиці Менделєєва, відрізняються від маси кожного з існуючих ізотопів елемента?

2. Содова суміш. Наважку суміші масою 13.7 г, що складається з двох безводних солей NaHCO_3 та Na_2CO_3 , розділили на дві рівні частини. Першу частину внесли у колбу з надлишком розчину HCl , другу – у колбу з надлишком розчину Ba(OH)_2 . У першому випадку виділився газ, об'єм якого становив 1.68 л за нормальних умов, у другому – випав осад, який був відфільтрований та висушений.

1. Запишіть хімічні та тривіальні назви речовин NaHCO_3 та Na_2CO_3 , розчинів HCl та Ba(OH)_2 .

2. Запишіть рівняння реакцій, що перебігають при додаванні до суміші цих двох солей надлишку HCl та Ba(OH)_2 .

3. Знайдіть масу осаду, який отримали після дії розчину Ba(OH)_2 на суміш.

4. Розрахуйте масову та мольну частки NaHCO_3 у суміші.

3. Метал. Метал **М** здатний розчинятися у розчинах як кислот, так і лугів. В результаті його взаємодії з кислотою **К** утворюється речовина **А**, яка у твердому стані утворює безбарвні кристали. При термічному розкладанні сполуки **А** утворюється тверда речовина **Б**, а також суміш двох газів, один з яких безбарвний, а інший – має бурий колір. При пропусканні газу **В** через розчин сполуки **А** утворюється чорний осад сполуки **Г**, а при пропусканні газу **Д** – білий осад речовини **Е**. Метал **М** можна отримати із сполук **Г** та **Е** відновленням їх воднем, в результаті цього також утворюються тільки газу **В** та **Д**.

1. Визначте метал **М** та кислоту **К**, якщо відомо, що масова частка металу **М** в речовині **Б** складає 92.83 %.

2. Запишіть рівняння реакцій розчинення металу **М** у кислоті **К** та у розчині лугу. Яку властивість сполук металу **М** демонструють ці реакції? Наведіть декілька прикладів інших металів, сполуки яких теж мають такі властивості.

3. Визначте речовини **А–Е**, якщо відомо, що газу **В** та **Д** є бінарними сполуками, а відносна густина газу **В** за повітрям дорівнює 1.17, газу **Д** – 1.26.

4. Визначте тип хімічного зв'язку в речовинах **А–Е**.

5. Як використовується метал **М** та його сполуки у промисловості?

4. Послідовність хімічних перетворень. Запропонуйте по одному ланцюжку хімічних перетворень, що відповідають наведеним послідовностям, в яких кожне перетворення перебігає в одну стадію. Для кожної реакції вкажіть умови її проведення.

1. Елемент → оксид → гідроксид → сіль → елемент → гідрид.

2. Елемент → гідрид → оксид 1 → оксид 2 → кислота → сіль.

3. Елемент → сіль 1 → сіль 2 → гідроксид → сіль 3 → сіль 4.

5. Оцтова кислота. Оцтова кислота є слабкою одноосновною органічною кислотою з формулою CH_3COOH . Чисту оцтову кислоту та її розчини, у яких масова доля близька до 100%, називають крижаною, оскільки вона кристалізується при досить високій температурі (приблизно 17°C) з утворенням льодоподібної твердої маси; у харчовій промисловості водний розчин оцтової кислоти з масовою часткою 70% використовується як оцтова есенція, а 9%

розчин – як столовий оцет. Густина крижаної оцтової кислоти становить 1.05 г/см^3 , оцтової есенції – 1.07 г/см^3 , а столового оцту – 1.01 г/см^3 .

1. Юний хімік вирішив приготувати столовий оцет з крижаної оцтової кислоти. Для цього він купив бутиль, що містить 1 л 100%-ої крижаної кислоти. Розрахуйте, який об'єм столового оцту можна приготувати з цієї кислоти. Інший юний хімік вирішив використати для цього оцтову есенцію. Визначте, який об'єм її потрібен для отримання 10 кг столового оцту.

2. Розрахуйте: а) скільки молекул води доводиться на одну молекулу оцтової кислоти у есенції; б) скільки атомів Гідрогену доводиться на один атом Оксигену у столовому оцті.

3. Чому дорівнює молярність оцтової кислоти у столовому оцті?

6. Добриво. В результаті взаємодії газоподібної за нормальних умов речовини **A** з речовиною **B** утворюється сіль **C**, що використовується у сільському господарстві як добриво. Газ **A** є токсичною речовиною, що уражає центральну нервову систему, але його похідні наявні у всіх живих організмах. Дана речовина синтезується у промисловості у дуже великих кількостях, у природі її похідні утворюються лише у деяких бобових культурах. Газ **A** гарно розчиняється у воді, його розчин забарвлює лакмусовий папірець у синьо-зелений колір. Речовина **B** також характеризується високою розчинністю у воді, її розчин виявляє сильні кислотні властивості. Її концентровані розчини «димляться», а з часом набувають жовтого кольору.

Речовина **C** є термічно нестійкою. Для дослідження її розкладання у реактор об'ємом 22.4 л, що був заповнений повітрям (78% азоту, 21% кисню та 1% аргону) при $T = 273 \text{ K}$ та $p = 1 \text{ атм}$, помістили 12.5 г вологої солі **C** з масовою часткою води 4%. Після цього реактор герметично закрили та почали нагрівати, вимірюючи тиск. З ростом температури тиск збільшувався лінійно, але при температурах біля 200 та 350 градусів Цельсію спостерігались стрибкоподібні збільшення тиску. Об'єм реактору під час проведення експерименту залишався незмінним.

1. Визначте невідомі речовини **A**, **B**, **C**, якщо відомо, що масові частки кисню у сполуках **B** та **C** дорівнюють відповідно 76.2% та 60.0%.

2. Запишіть рівняння реакцій, що перебігають у реакторі при підвищенні температури.

3. Розрахуйте мольні частки всіх газів та тиск у реакторі при температурах 250 та 370 градусів Цельсію. При розрахунках вважати, що всі хімічні процеси у реакторі перебігають до кінця, також зневажте об'ємом, який займає сіль **C**.

4. Наведіть інші галузі застосування солі **C**.

7. Солі (експериментальна задача). У п'яти пробірках знаходяться розчини солей: плумбум (II) ацетату, магній сульфату, натрій силікату, калій йодиду, натрій нітриту. Для того, щоб визначити, в якій із пробірок знаходиться кожна з солей, юний хімік провів реакції з хлоридною кислотою і лугом і спостерігав ознаки перебігу реакцій, що описані в таблиці.

№ пробірки	Додавання NaOH	Додавання HCl
№1	Змін немає	Виділяється суміш газів, один з них має бурий колір
№2	Змін немає	Змін немає
№3	Білий осад	Білий осад; при нагріванні осад не розкладається, а виділяється летюча речовина, що має запах та забарвлює вологий універсальний індикаторний папір в червоний колір
№4	Змін немає	Гелеобразний осад
№5	Білий осад	Білий осад

1. Напишіть хімічні формули солей, які досліджував юний хімік.

2. Визначте, в якій з пробірок знаходиться кожна сіль. Напишіть рівняння всіх згаданих хімічних реакцій.

3. В який колір забарвиться полум'я при окремому внесенні до нього розчинів з пробірок № 1, 2 і 4?

4. Напишіть в молекулярному та скороченому іон-молекулярному вигляді рівняння реакцій, які будуть перебігати при змішуванні розчинів: а) з пробірок №2 та №3, б) з пробірок №5 та №3. Вкажіть видимі ознаки цих реакцій.

8 клас, розв'язки

1. **Атоми.** Кількість протонів співпадає з порядковим номером елементу у періодичній системі (ПС). Кількість електронів для нейтральних часток дорівнює кількості протонів. Кількість нейтронів дорівнює різниці між масовим числом та кількістю протонів.

Атом	C	P	Fe
Масове число, Z	12	31	56
Кількість протонів	6	15	26
Кількість нейтронів	6	16	30
Кількість електронів	6	15	26

2. Ізобарами з запропонованим масовим числом є ізотопи ^{14}C та ^{14}N .

3. У ПС наведені усереднені маси елементів, тобто середні маси з урахуванням співвідношення між існуючими кількостями ізоотопів елементу.

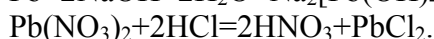
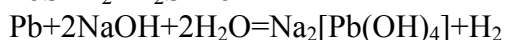
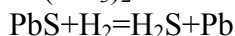
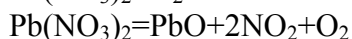
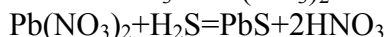
1. **Метал.** Бурый и бесцветный газы при разложении вещества **A** свидетельствует о том, что представленное вещество – нитрат. Исходя из плотностей газов **B** и **Д** по воздуху находим, что их молярная масса, соответственно, $1,17 \cdot 29 = 34$ и $1,26 \cdot 29 = 35,5$, что соответствует сероводороду и хлороводороду. Т.е. вещество **Г** – сульфид, а **Е** - хлорид. Исходя из того, что **A** нитрат, твердым веществом при его разложении является оксид, его общая формула MeO_x . Исходя из доли металла считаем молярную массу металла **M**.

$$0,9283 = \frac{M(\text{Me})}{M(\text{Me}) + 16x}$$

Приходимо к выражению $M(\text{Me}) = 207x$

При $x=1$ получаем 207 т.е. **M** это Свинец. Тогда **A** это $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, **Б** это PbO **Д** это PbCl_2 , **Г** это PbS , **К** – HNO_3 , **Е** – PbCl_2 а **В** и **Д** это H_2S и HCl .

Реакции:



Металлический свинец используют для защиты от радиации, диоксид и сульфат свинца используются в кислотных аккумуляторах.

2. Содова суміш.

1. NaHCO_3 – натрий гидроген карбонат, питна сода; Na_2CO_3 – натрий карбонат, кальцинована сода; HCl – гидроген хлорид, водний розчин – хлоридна або соляна кислота; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – барій гідроксид, водний розчин – баритова вода, луг.



3. Кількість речовини $\text{CO}_2 = 1.68/22.4 = 0.075$ моль, тому загальна кількість солей дорівнює $0.075 \cdot 2 = 0.15$ моль. Оскільки $n(\text{BaCO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$, то $n(\text{BaCO}_3) = 0.15$ моль, $m(\text{BaCO}_3) = 0.15 \cdot 197 = 29.55$ г.

4. Нехай $n(\text{NaHCO}_3) = x$, тоді $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.15 - x$. Маса кожної з солей складає: $m(\text{NaHCO}_3) = 84x$, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106(0.15 - x)$. Звідки витікає, що $84x + 106(0.15 - x) = 13.7$, $n(\text{NaHCO}_3) = 0.1$ моль, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.05$ моль, а $m(\text{NaHCO}_3) = 8.4$ г, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5.3$ г. Масова частка NaHCO_3 дорівнює $8.4/13.7 = 0.613$ або 61.3%, мольна частка NaHCO_3 становить $0.1/0.15 = 0.667$ або 66.7%.

2. Послідовність хімічних перетворень. Варіанти, що відповідають наведеним схемам:

